



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE PIURA**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**Escuela profesional de Ingeniería Civil**



**TESIS**

**“ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA SUBCUENCA CHIPILLICO,  
PARA PREVENCION DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE LAS  
LOMAS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA”**

Presentado por:

Bach. Ordinola Mondragón, Karol Josela.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Línea de investigación: conservación, restauración y gestión del patrimonio  
arquitectónico y urbano

**PIURA PERU**

**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERIA CIVIL**



**“ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA SUBCUENCA CHIPILICO, PARA  
PREVENCION DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE LAS LOMAS,  
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA”.**

**TESIS**

**HOJA DE FIRMA DE EJECUTORES**


**PRESENTADA A LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL PARA OPTAR  
EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL:**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y  
GESTIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y URBANO**



---

**Ing. Aurelio Demóstenes Mendoza Montenegro**  
Asesor



---

**Bach. Karol Josela Ordinola Mondragón**  
Tesista

**PIURA – PERÚ**

**2019**

## DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo : **KAROL JOSELA ORDINOLA MONDRAGON**, identificada con DNI N° 70249893, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería Civil y domiciliada en Urbanización Enrique Lopez Albuja Mz "m" Lote 4 - 1 etapa, distrito de Sullana, Provincia de Sullana, Departamento de Piura. Celular 937512521, Correo: karolordinola@gmail.com.

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que la tesis que presento es auténtica e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código penal concordante con el Art. 32 de la ley N°27444 y la ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En Fe de lo cual firmo la presente

Piura diciembre del 2019

  
.....  
DNI N° 70249893

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años

Art 4 Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de investigación para optar grados académicos y títulos profesionales- RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033- 2016- SUNEDU/CD

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**“ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA SUBCUENCA CHIPILLICO, PARA  
PREVENCION DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE LAS LOMAS,  
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y  
GESTIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y URBANO**

**ING. ROSARIO CHUMACERO CORDOVA Mtra.**  
**Presidente**

**ING. LUIS ALBERTO BENITES AVALOS**  
**Secretario**

**ING. CARLOS JAVIER SILVA CASTILLO Mtro.**  
**Vocal**

**PIURA- PERU  
2019**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
Facultad de Ingeniería Civil  
DECANATO

## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador, que suscriben, reunidos para estudiar el Trabajo de Tesis, presentado por el ex alumno de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura.

**BACH. ORDINOLA MONDRAGON KAROL JOSELA**

### TESIS TITULADA

**"ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA SUBCUENCA CHIPILICO, PARA PREVENCIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE LAS LOMAS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA"**

Oídas las observaciones y las respuestas a las preguntas, lo declaran

APROBADO con el calificativo de BUENO

En consecuencia, queda en condiciones de ser calificado:

APTO.

Por el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **título de INGENIERO CIVIL**, de conformidad con lo estipulado en el Art. 176 del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

PIURA, 23 DE OCTUBRE DE 2019

ING. ROSARIO CHUMACERO CORDOVA Mtra.  
Presidente

ING. LUIS ALBERTO BENITES AVALOS  
Secretario

ING. CARLOS JAVIER SILVA CASTILLO Mtro.  
Vocal

## **DEDICATORIA**

La presente tesis es dedicada a Dios por ser mi guía y otorgándome paciencia y voluntad para seguir adelante con mis metas.

A mis padres José y Ela por su apoyo continuo en mi formación personal y profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ingeniero Mendoza Montenegro Aurelio Demóstenes por la paciencia al brindarme su orientación, tiempo y apoyo para poder culminar con mi tesis.

Un agradecimiento también a mí Jurado de Tesis por darse el tiempo para realizar las revisiones de los contenidos de la tesis, realizando las debidas observaciones, las cuales fueron de gran ayuda

## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA</b> .....	<b>2</b>
1.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. Objetivo general .....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. DELIMITACION DE LA INVESTIGACION .....	3
<b>CAPITULO II MARCO TEORICO</b> .....	<b>4</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....	4
2.2. BASES TEORICAS .....	4
2.2.1. La importancia del agua .....	4
2.2.2. Conceptos básicos .....	5
2.2.3. Cuenca hidrográfica .....	6
2.2.4. Precipitación.....	16
2.3. GLOSARIO DE TERMINOS .....	21
2.4. MARCO REFERENCIAL .....	22
2.5. HIPOTESIS .....	22
2.5.1. Hipótesis general .....	22
2.5.2. Hipótesis específicas .....	22
<b>CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>23</b>
3.1. ENFOQUE Y DISEÑO.....	23
3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACION.....	23
3.2.1. Pluviometría	23
3.2.2. Hidrometría	30



3.2.3. Ubicación Geográfica.	41
3.2.4. Demarcación Política	41
3.2.5. Demarcación Hidrográfica	42
3.2.6. Accesibilidad – vías de comunicación	43
3.2.7. Población	45
3.2.8. Servicios básicos	47
3.2.9. Pobreza	47
3.2.10. Empleo	48
3.2.11. Infraestructura hidráulica	48
3.3. METODOS Y PROCEDIMIENTOS .....	51
3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS .....	51
3.4.1. Delimitación hidrográfica de la Subcuenca	51
3.4.2. Área de la sub Cuenca	52
3.4.3. Perímetro de la Cuenca (P)	54
3.4.4. Forma de la sub Cuenca	54
3.4.5. Coeficiente de compacidad (KC)	54
3.4.6. Curva hipsométrica	55
3.4.7. Curva de Frecuencia de altitudes	57
3.4.8. Pendiente del cauce	57
3.4.9. Red de drenaje	58
3.4.10. Recursos Hídricos Superficiales	59
3.4.11. Geomorfología	62
3.4.12. Geología	64
3.4.13. Ecología	64
3.4.14. Suelo	67
3.4.15. Características climáticas	71
3.5. ASPECTOS ETICOS .....	72
<b>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>73</b>
4.1. RESULTADOS .....	73
4.1.1. Riesgos de desastres	73
4.1.2. Eventos representativos de la zona de estudio	77
4.1.3. Zonas vulnerables identificadas en campo	79
4.1.4. Peligros geológicos	81

4.1.5. Estimación de daños	84
4.2. DISCUSION.....	87
4.2.1. Limpieza y descolmatación	87
4.2.2. Sistema de alerta temprana	89
4.2.3. Estructuras	90
4.2.4. Caminos	92
4.2.5. Estructuras de protección	93
4.2.6. Equipos y maquinaria	93
4.2.7. Medidas agronómicas	94
4.2.8. Programas	95
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>96</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>98</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>99</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Rangos aproximados de la Densidad de Drenaje .....	13
Tabla 3. 1 Listado de estaciones Meteorológicas .....	23
Tabla 3. 2 Datos meteorológicos en la estación Sapillica .....	24
Tabla 3. 3 Datos meteorológicos de la Estación partidior.....	27
Tabla 3. 4 Listado de estaciones Hidrométricas .....	30
Tabla 3. 5 Caudales Registrados en la Estacion Bocatoma Chipillico .....	31
Tabla 3. 6 Caudales Registrados en la Estación Canal Chipillico.....	33
Tabla 3. 7 Caudales Registrados en la Estación Canal .....	35
Tabla 3. 8 Caudales Registrados en la Estación Pardo de Zela.....	37
Tabla 3. 9 Caudales Registrados en la Estación Lagartera .....	39
Tabla 3. 10 Demarcación política de la SubCuenca Chipillico.....	42
Tabla 3. 11 Población de los distritos de la zona de estudio .....	45
Tabla 3. 12 Indicadores básicos de las viviendas por distritos.....	47
Tabla 3. 13 Diagnostico de la Población de la zona de estudio. ....	48
Tabla 3. 14 Comercio Agropecuario .....	48
Tabla 3. 15 Comercio Agropecuario .....	51
Tabla 3. 16 Distribución porcentual del área de la cuenca según rangos de altitud. ....	55
Tabla 3. 17 Distribución general de la columna estratigrafica de la subcuenca Chipillico .....	64
Tabla 3. 18 Ecosistemas – Zonas de vida den la subcuenca Chipillico.....	65
Tabla 3. 19 Áreas según el tipo de suelo en la Subcuenca Chipillico .....	67
Tabla 3. 20 Superficie con cultivos permanentes de la zona de Estudio.....	69
Tabla 3. 21 Superficie ocupada por los Principales cultivos transitorios en la zona de estudio .....	71
Tabla 3. 22 Población pecuaria de las principales crianza en la zona de Estudio .....	71
Tabla 4.1 Cronología de Emergencias y daños personales y materiales periodo 2003 -2018 .....	73
Tabla 4.2 Serie cronológica de emergencias por años según fenómeno de ocurrencia periodo 2003-2018 .....	74
Tabla 4.3 Emergencias y Daños en el departamento de Piura por Fenómenos (1995-2002) .....	75
Tabla 4.4 Reporte de Emergencias Históricas departamento de Piura (2003- 2018).....	76

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa político del Perú	2
Figura 1.2 Mapa hidrográfico del Perú	2
Figura 2.1 Representación Cualitativa del ciclo Hidrológico	5
Figura 2. 2 El ciclo Hidrológico	6
Figura 2.3 Cuenca como un sistema hidrológico	7
Figura 2.4 Partes constitutivas de una cuenca hidrográfica.	7
Figura 2.5 Cuenca Hidrográfica delimitada	8
Figura 2.6 Medidas en una cuenca	9
Figura 2.7 Factor de forma para dos cuencas	10
Figura 2.8 Tramos de la longitud de un cauce	11
Figura 2.9 Orden de las corrientes de una cuenca	13
Figura 2.10 América del sur: Regiones Hidrográficas	14
Figura 2. 11 Principales Cuencas hidrográficas del Perú	15
Figura 2..12 Curso principal con el código de la unidad a la que pertenece	15
Figura 2.13 Precipitación de convección	17
Figura 2. 14 Precipitación Ciclónica	17
Figura 2. 15 Precipitación Orográfica	17
Figura 2.16 Pluviómetro visto desde arriba	18
Figura 2.17 Pluviógrafo	18
Figura 2.18 Pluviograma de registro cuando la aguja asciende y desciende	19
Figura 2. 19 Pluviómetros en cuenca	19
Figura 2. 20 Polígono de Thiessen	20
Figura 2.21 Isoyetas	21
Figura 3.1 Estaciones meteorológicas ubicadas en el Área de estudio	23
Figura3.2 Precipitación máxima en 24 horas de la Estación Sapollica	26
Figura3.3 Precipitación máxima en 24 horas de la Estación Partidor	29
Figura3.4 Estaciones hidrométricas ubicadas en el Área de estudio	30
Figura3.5 Caudales diarios registrados en la Bocatoma Chipillico	32
Figura3.6 Caudales diarios registrados en el Canal Chipillico	34
Figura3.7 Caudales diarios registrados en el Canal Yuscay	36
Figura 3.8 Caudales diarios registrados en la Estación Pardo de Zela	38
Figura 3.9 Caudales diarios registrados en la Estación Lagardeta	40
Figura3.10 Plano de ubicación a nivel Provincial de la SubCuenca Chipillico	41
Figura3.11 Plano de ubicación a nivel Distrital de la SubCuenca Chipillico	42
Figura3.12 Mapa de subcuencas Chira – Catamayo	43
Figura3.13 Mapa Vial de la Subcuenca Chipillico	44
Figura3.14 Área urbana de la ciudad de Las Lomas.	45
Figura3.15 Área urbana de la ciudad de Las Lomas.	46
Figura3.16 Área urbana de la ciudad de Sapollica	46
Figura3.17 Área urbana del Centro Poblado Pampa Elera Alta	46
Figura3.18 Área urbana del Centro Poblado Potrerillo	46
Figura 3.19 Incidencia de la pobreza total, según distrito	47
Figura 3.20 Bocatoma Chipillico	49

Figura 3.21 Canal Chipillico	49
Figura 3.22 Represa de San Lorenzo	50
Figura 3.23 Canal Yuscay	50
Figura 3.24 Delimitación de Subcuenca Chipillico en Arcgis	52
Figura 3.25 Área delimitada de Subcuenca Chipillico en ArcGIS	52
Figura 3.26 Curvas de nivel en la subCuenca Chipillico	53
Figura 3.27 Ancho y Largo de la subCuenca Chipillico	54
Figura 3.28 Curva hipsométrica subcuenca Chipillico	56
Figura 3.29 Histograma de frecuencia de altitudes subcuenca Chipillico	57
Figura 3.30 Cauce principal en la SubCuenca Chipillico	57
Figura 3.31 Clasificación según su pendiente	58
Figura 3.32 Clasificación hidrológica por tipos de corrientes en la SubCuenca Chipillico	58
Figura 3.33 Mapa Administración Local del Agua San Lorenzo	59
Figura 3.34 Mapa Hidrológico de la SubCuenca Chipillico	60
Figura 3.35 Clasificación según el nivel de jerarquía	61
Figura 3.36 Clasificación según la longitud	61
Figura 3.37 Reservorio San Lorenzo	62
Figura 3.38 Geomorfología de la subcuenca Chipillico	62
Figura 3. 39 Geología de la subcuenca Chipillico	64
Figura 3. 40 Ecosistemas – Zonas de vida den la subcuenca Chipillico	65
Figura3.41 Mapa de suelos de la Subcuenca Chipillico	67
Figura 3.42 Desarrollo agropecuario y forestal	68
Figura 3.43 Ubicación de la agricultura intensiva en la región.	69
Figura 3.44 Ubicación de la agricultura semi intensiva en la región.	70
Figura 3.45 Ubicación de la agricultura temporal en la región.	70
Figura 4.1 Emergencias a nivel nacional según fenómeno periodo 2003-2018	74
Figura 4.2 Fragmento de noticia	77
Figura4.3 Fragmento de noticia	78
Figura4.4 Bocatoma Chipillico	78
Figura 4.5 Bocatoma Chipillico zona vulnerable	79
Figura4.6 Sedimentación en vertedero de la Bocatoma Chipillico	79
Figura4.7 Sedimentación en vertedero de la Bocatoma Chipillico	80
Figura4.8 Vertedero para desviación a canal Chipillico	80
Figura 4.9 Río Timbes	80
Figura 4. 10 Río Chipillico	81
Figura 4.11 Puente Ubicado en la Via Chipillico- Sapillica	81
Figura 4. 12 Peligros geológicos	82
Figura 4.13 Mapa de susceptibilidad por movimiento en masa del Perú	83
Figura 4.14 Ubicación de centros poblados vulnerables por activación de quebradas	84
Figura 4.15 Vegetación en quebrada en SubCuenca Chipillico	87
Figura4.16 Descolmatación y Limpieza de río Chillón	88
Figura 4.17 Capacidad del embalse San Lorenzo	89
Figura 4.18 Pluviómetros instalados para el sistema de alerta y monitoreo de activación de Quebradas	89
Figura 4.19 Dique Reconstruido en Bocatoma Chipillico	90
Figura 4.20 Puente en subCuenca Chipillico	90
Figura 4.21 Rehabilitación de losas	91
Figura 4.22 Pintado de miras limnimetricas	91

Figura 4.23 Camino en la SubCuenca Chipillico	92
Figura 4.24 Camino en SubCuenca Chipillico	92
Figura 4.25 Diseño de Badenes	93
Figura 4.26 Enrocado para protección de Taludes	93
Figura 4.27 Pintado de compuertas en Represa de Poechos	94
Figura 4.28 Defensa vivas Naturales	95
Figura 4.29 Defensa viva forestal	95

## **RESUMEN**

La Subcuenca Chipillico abarca territorio de la región de Piura, teniendo como cauce principal el Río Chipillico.

Esta zona de estudio es muy importante porque sus actividades principales son la agricultura y la ganadería vacuna y caprina mayoritariamente, su desarrollo agropecuario es de mango, limón sutil, ovinos pastos, forraje, áreas de reforestación caña de azúcar

En esta investigación se realiza el estudio hidrológico de la SubCuenca Chipillico, se procedió a recolectar toda la información posible en bibliografía relacionada a la subcuenca.

Se describió la sub cuenca de estudio y se analizó los datos hidrológicos existentes.

Se recorrió el área de la subcuenca para obtener información de campo, a su vez se analizó los desastres naturales anteriormente ocurridos en la zona de la cuenca, como consecuencia de esto se tienen campos anegados, caminos rurales cortados, impidiendo la producción agrícola y la accesibilidad. Además de esto, algunas estructuras han sufrido erosiones que ponen en riesgo su estabilidad por lo que se analizó también las zonas vulnerables. Se estimó los daños de forma indirecta y directa ocasionados por estos desastres

Se procedió a evaluar posibles soluciones estructurales, preventivas como programas o sistemas de alerta temprana, medidas agronómicas, etc, de esta manera se pretende mitigar los daños producidos por el incremento de agua que se dan en las quebradas, originando pérdidas humanas y materiales.

Palabras claves: Subcuenca, desastres naturales, daños, soluciones y mitigar



## **ABSTRACT**

The Chipillico sub-basin covers the Piura region's territory, having as a main channel the Chipillico River

This area of study is very important because its main activities are agriculture and cattle and goat farming mostly, its agricultural development is mango, subtle lemon, sheep pasture, forage, reforestation areas sugar cane

In this research, the hydrological study of the sub-basin Chipillico was carried out, and all possible information was collected in bibliography related to the sub-basin.

The sub-basin of the study was described and the existing hydrological data were analyzed.

The area of the sub-basin was traversed to obtain field information, in turn the natural disasters previously occurred in the basin area were analyzed, as a consequence of this there are flooded fields, rural roads cut, preventing agricultural production and accessibility . In addition to this, some structures have suffered erosions that put their stability at risk, which is why vulnerable zones were also analyzed. Damage was estimated indirectly and directly caused by these disasters

We proceeded to evaluate possible structural, preventive solutions such as programs or early warning systems, agronomic measures, etc., in this way it is intended to mitigate the damage caused by the increase of water that occurs in the streams, causing human and material losses.

Key words: sub-basin, natural disasters, Damage, solutions y mitigate

## INTRODUCCIÓN

La Hidrología es la ciencia natural que estudia el agua en la tierra, su distribución, propiedades físicas y químicas, sus movimientos y transformaciones; así como su relación con el medio ambiente y con los seres vivos proporciona, los métodos para resolver los problemas prácticos que se presentan en el diseño, la planeación y la operación de estructuras hidráulicas. (Perez, 2015)

El agua es un recurso muy importante para el desarrollo de la población y en épocas de lluvias se producen desastres naturales como inundaciones, huaycos etc., los cuales afectan la economía del país, pues dañan carreteras, cultivos, viviendas, etc.

Las inundaciones urbanas es un problema grave en la cuenca por el impacto negativo que ellas tienen en la calidad de vida de los pobladores y en la infraestructura de la cuenca. Una manera de poder mitigar estas situaciones, es ejecutar estudios en las cuencas hidrológicas.

De esta forma se podrá saber las características, el comportamiento y proponer la construcción de obras para poder evitar los desastres mencionados.

Ya que la hidrología proporciona al ingeniero, los métodos para resolver los problemas prácticos que se presentan en el diseño, la planeación y la operación de estructuras hidráulicas. (Villón, 2002)

# CAPITULO I ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

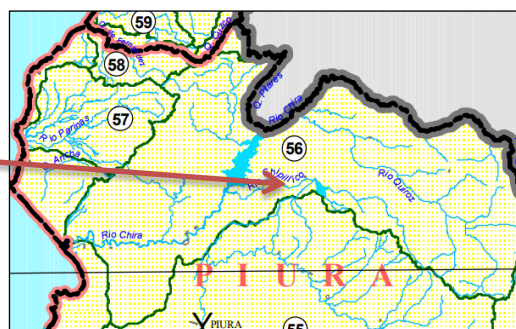
## 1.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La tesis: “ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA SUBCUENCA CHIPILICO, PARA PREVENCIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE LAS LOMAS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA” se ubica al Norte del Perú, principalmente en el distrito de las Lomas, provincia de Piura, departamento de Piura.



**Figura 1.1 Mapa político del Perú**

Fuente: google Imágenes (2018)



**Figura 1.2 Mapa hidrográfico del Perú**

Fuente: Mapa hidrográfico del Perú

(Ministerio agricultura Autoridad Nacional del Agua ,2009)

Esta zona es lugar de elevadas precipitaciones entre los meses de diciembre a Marzo. En épocas de lluvia, los niveles de agua se incrementa produciendo inestabilidad de taludes generando obstrucción en las vías de acceso.

En centro poblado Chipillico existe una estructura para permitir el paso para otros centros poblados, en épocas de lluvia es una zona peligrosa.

En marzo del año 2017, a causa del Fenómeno de El niño el Rio Chipillico se desbordo alcanzando a las viviendas ubicadas en un radio de cien metros, los pobladores tuvieron que evacuar hacia zonas más seguras perdiendo todas sus pertenencias y dejaron aislados a varios pobladores de la margen derecha del valle de Chipillico.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

- Conocer lo importante que es la sub cuenca a nivel local con el estudio hidrológico, conoceremos sus características, como el área, el uso del suelo, los eventos, las precipitaciones.
- Describir la situación actual de las zonas vulnerables por lo tanto podremos tomar las medidas preventivas para próximos desastres alertando a las autoridades a tomar las correctas acciones.

## 1.3. OBJETIVOS

### 1.3.1. Objetivo general

Elaborar el estudio hidrológico de la sub cuenca Chipillico para prevención de desastres en el distrito de Las Lomas, provincia y departamento de Piura diagnosticando la situación actual de la Sub Cuenca Chipillico.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar el área de la Subcuenca.
- Describir la sub Cuenca como un sistema hidrológico.
- Analizar los datos meteorológicos e hidrométricos proporcionados por el SENAMHI.
- Describir la problemática ante desastres en la SubCuenca Chipillico.
- Describir las posibles soluciones a la problemática de la SubCuenca Chipillico.

## **1.4. DELIMITACION DE LA INVESTIGACION**

El presente trabajo de investigación se encuentra situado en parte norte del territorio peruano.

Geográficamente está ubicado entre los paralelos 4°28' y 5° 0' de Latitud Sur y entre los meridianos 79° 46' y 80°33' de longitud oeste de Greenwich

Políticamente la subcuenca se encuentra en la jurisdicción del departamento de Piura y abarca la provincia de Piura, Sullana y Ayabaca, y los distritos de Las Lomas, Sullana, Lancones, Frias, Sapillica y Lagunas

## **CAPITULO II MARCO TEORICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION**

Los estudios que se han realizado para la protección contra desastres se pueden mencionar los siguientes:

Según La Autoridad Autónoma Cuenca Hidrográfica Chira- Piura (2007), Plan de defensas ribereñas y encauzamiento de ríos. En este documento se describe la cuenca en estudio, sus características físicas, su pluviometría, cobertura vegetal y explica su vulnerabilidad detallando sus puntos críticos y ocurrencia de fenómenos del niño, planteando algunas acciones estratégicas para solucionarlos en el corto, mediano y largo plazo, teniendo en cuenta aspectos legales, económicos y organizacionales

Según Puelles (2015), Estudio hidráulico e hidrológico de la Cuenca Alto Perú y el Porvenir en el asentamiento humano Las Mercedes Alto Perú, distrito de la Oroya, provincia de Yauli – Junín para la construcción futura de obras de arte ante amenazas de derrumbes provocado por la crecida del río, mediante el uso de los modelos matemáticos Hec-Hms y Hec-Georas. En esta investigación se plantea soluciones para poder mitigar los daños provocados por la crecida de agua de las quebradas Alto Perú y El Porvenir, las cuales afecta al Asentamiento Humano Las Mercedes y Norman King ubicadas en el distrito de la Oroya, Provincia de Yauli – Junín. Para poder determinar las soluciones en esta zona, se ha desarrollado un estudio hidráulico e hidrológico de las quebradas en mención.

Según Tarazona (2016), Modelamiento hidrológico de la cuenca del río Ica con fines de prevención de inundaciones en la ciudad de Ica. En la presente investigación se ha estudiado la incidencia de las precipitaciones máximas anuales en 24 horas en la generación de caudales máximos, para la cuenca del río Ica, con la finalidad de identificar las zonas vulnerables a inundaciones en el valle del río Ica. De esta manera, con la ayuda de sistemas de información geográfica (SIG), información hidrográfica y topográfica, se determinaron las zonas vulnerables a inundaciones en el valle del río Ica.

Tomando en cuenta estas investigaciones, reconozco la importancia de un estudio para identificar las zonas vulnerables y recomendar posibles soluciones a la problemática de la zona.

### **2.2. BASES TEORICAS**

#### **2.2.1. La importancia del agua**

El agua es el principal recurso para la vida. Por ello, la disponibilidad de este recurso es esencial en el desarrollo socioeconómico y la reducción de la pobreza, un recurso crucial para la humanidad y para el resto de los seres vivos. Todos la necesitamos, y no solo para beber. Nuestros ríos y lagos, nuestras aguas costeras, marítimas y subterráneas, constituyen recursos valiosos que es preciso proteger.

Asimismo, el agua contribuye a la estabilidad del funcionamiento del entorno y de los seres y organismos que en él habitan, es por tanto, un elemento indispensable para la subsistencia de la vida animal y vegetal del planeta. Es decir, que el agua es un bien de primera necesidad para los seres vivos y un elemento natural imprescindible en la configuración de los sistemas medioambientales. El agua es un elemento importante a la hora de decidir dónde establecerse y cómo utilizar los terrenos. También puede ser fuente de conflictos geopolíticos, en particular cuando escasea. Nuestro propio bienestar exige no solo un agua potable limpia, sino

también agua limpia para la higiene y el saneamiento. También se utiliza el agua en actividades recreativas tales como el baño, la pesca, o el mero disfrute de la belleza natural de costas, ríos y lagos. Aunque la humanidad conoce desde hace mucho tiempo su dependencia del agua, estamos dándonos ahora cada vez más cuenta de que su oferta no es ilimitada, y de que tenemos que valorarla en consecuencia. Hay que gestionar y proteger el agua, que no es un mero producto de consumo, sino un precioso recurso natural tan esencial para las generaciones futuras como para la nuestra. Sin agua, no puede haber vida.

## 2.2.2. Conceptos básicos

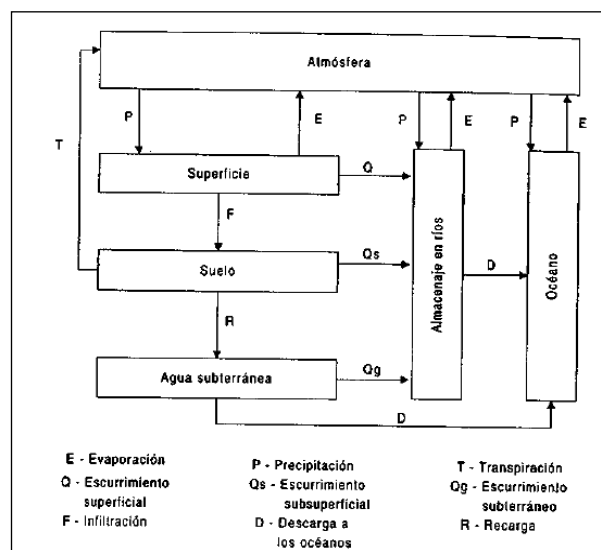
### Definición de Hidrología

Existen en la actualidad muchas definiciones sobre hidrología, como:

- Hidrología es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares( Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011, pág. 13).
- Perez (2015) En el Manual de hidrología aplicada Menciona. “Hidrología: es la ciencia natural que estudia el agua en la tierra, su distribución, propiedades físicas y químicas, sus movimientos y transformaciones; así como su relación con el medio ambiente y con los seres vivos”(p.08).
- Gaméz (2010) En el libro texto básico de Hidrología nos dice. “La palabra hidrología etimológicamente proviene de las raíces griegas “hydor” que significa agua y “logos” estudio. Por tanto, simplemente podemos decir que la hidrología es la ciencia que estudia el agua “(p.09).

### El Ciclo Hidrológico

Se denomina ciclo hidrológico, al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido, gaseoso), como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc.). (Villón, 2002) .En la figura podemos observar un gráfico sencillo que muestra las diferentes formas y estados en que se presenta el agua.



**Figura 2.1 Representación Cualitativa del ciclo Hidrológico**  
Fuente: Hidrologia (Villón, 2002)

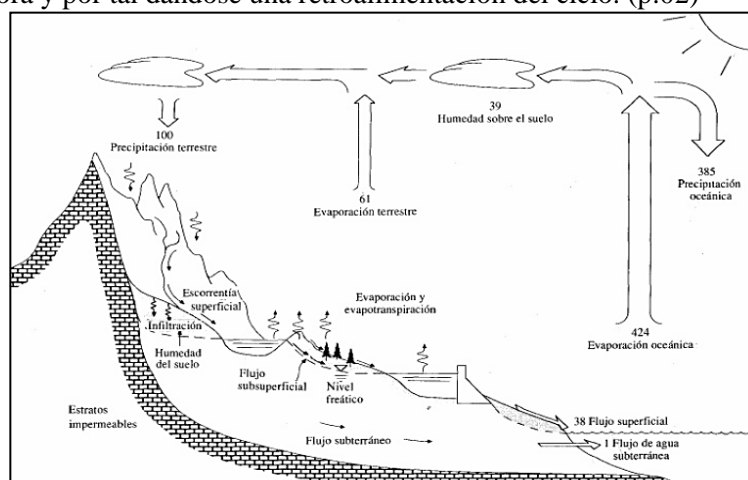
Otra definición del ciclo hidrológico en el libro texto básico de Hidrología. Gaméz (2010) afirma:

Ciclo Hidrológico es la interminable circulación que siguen las partículas de agua en cualquiera de sus tres estados físicos, cuya circulación se efectúa en forma natural, sufriendo transformaciones físicas.

Dinámica del ciclo hidrológico el ciclo hidrológico se lleva a cabo en tres estratos del sistema terrestre: la atmósfera, o sea la capa gaseosa que envuelve al globo terráqueo, la litosfera que corresponde a la porción sólida de la superficie del globo y la hidrosfera, formada por los cuerpos de agua que cubren parte de la superficie de la tierra. (p.15)

Como podemos ver en la figura, Mays (1994) asegura que:

El ciclo hidrológico no tiene principio ni fin y sus procesos ocurren en forma continua el agua se evapora desde los océanos y de la superficie terrestre para volver a la atmósfera; el vapor de agua se transporta y se eleva hasta que condensa y precipita sobre la superficie terrestre o los océanos. El agua que precipitada puede ser interceptada por la vegetación, convertirse en flujo superficial sobre el suelo, infiltrarse en él, escurrir por el suelo como flujo subsuperficial y descargar en ríos como escorrentía superficial. El agua infiltrada puede percolar profundamente para recargar el agua subterránea de donde emerge en manantiales o se desliza hacia ríos para formar la escorrentía superficial y finalmente fluye hacia el mar o se evapora y por tal dándose una retroalimentación del ciclo. (p.02)



**Figura 2. 2 El ciclo Hidrológico**

Fuente: Hidrologia aplicada (Chow et al, 1994)

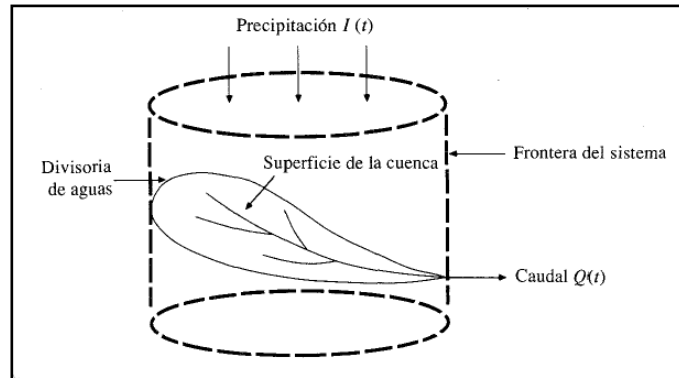
### 2.2.3. Cuenca hidrográfica

Una de las definiciones que podemos citar sería “La cuenca de drenaje de una corriente, es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación, se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida para cada punto de su recorrido” (Villón, 2002, pág. 21).

Otra forma de definirlo: “Es un espacio geográfico cuyos aportes de agua son alimentados exclusivamente por precipitaciones que caen en el interior y el excedente de agua o en materia sólida transportadas por el agua forman, en un punto espacial único, una desembocadura, una estación de aforo, o un punto arbitrario “ (Llamas, 1993).

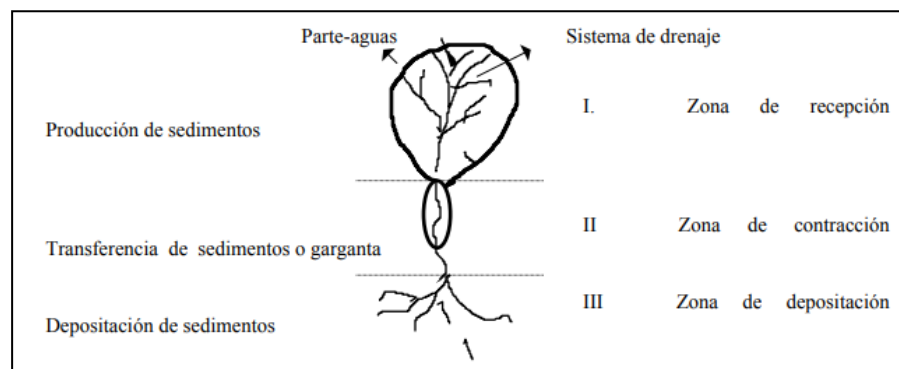


En su libro nos dice que una cuenca es una superficie de tierra que drena hacia una corriente en un lugar dado. La divisoria de aguas es una línea que separa la superficie de tierra cuyo drenaje fluye hacia un río dado de las superficies de tierra cuyos desagües corren hacia otros ríos. (Chow et al, 1994, pág. 7) Por lo que define a la cuenca como un sistema hidrográfico como lo vemos en la figura siguiente:



**Figura 2.3 Cuenca como un sistema hidrológico**

Fuente: Hidrología aplicada (Chow et al, 1994)



**Figura 2.4 Partes constitutivas de una cuenca hidrográfica.**

Fuente: The fluvial system (Schumm, 1977)

### Funciones de la Cuenca

La cuenca tiene componentes como hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos cuyas funciones se describen En el Texto básico de hidrología. Gámez (2010) las clasifica así:

- Función Hidrológica
  - Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.
  - Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración.
  - Descarga del agua como escurrimiento.
- Función Ecológica
  - Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua.
  - Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.

- **Función Ambiental**
    - Constituyen sumideros de CO<sub>2</sub>.
    - Alberga bancos de germoplasma.
    - Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos.
    - Conserva la biodiversidad.
    - Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos.
  - **Función Socioeconómica**
    - Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población.
    - Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad.
- (p.31)

## **Caracterización de la cuenca hidrográfica**

### **Delimitación de una cuenca**

La delimitación de una cuenca, se hace sobre un plano o mapa a curvas de nivel, siguiendo las líneas de divertium acuarum (parte aguas), la cual es una línea imaginaria que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación, que en cada sistema de corriente, fluye hacia el punto de salida de la cuenca.

El parteaguas está formado por los puntos de mayor nivel topográfico y cruza las corrientes en los puntos de salida, llamado estación de aforo. (Villón, 2002, pág. 21)

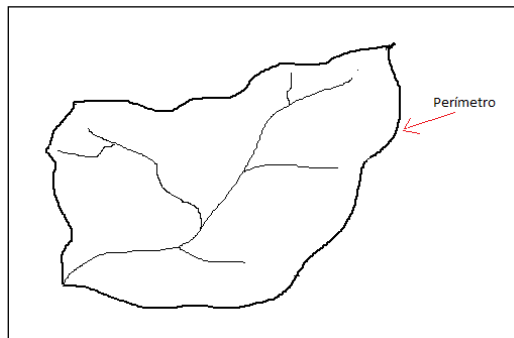
### **Área (A)**

Es la región o área proyectada horizontalmente de toda el área de drenaje de una cuenca, siendo esta característica geomorfológica la más importante pues influye directamente en la cantidad de agua que la cuenca puede producir y por ende en la magnitud de los caudales de los cursos de agua. (Villón, 2002).

Mediante algunos programas como el AutoCAD civil, teniendo un plano topográfico se puede determinar la proyección horizontal como se puede observar en la figura siguiente, el área también se puede calcular por medio de balanza analítica o con el uso del planímetro.

### **Perímetro de la Cuenca (P)**

Se refiere al borde de la forma de la cuenca proyectada en un plano horizontal, siendo normalmente de forma irregular y se obtiene después de delimitar la cuenca. (Villón, 2002).



**Figura 2.5 Cuenca Hidrográfica delimitada**

Fuente: elaboración propia

**Longitud Axil (La)**

Es la distancia entre el desagüe y el punto más lejano de la cuenca. Es el eje de la cuenca (Beltrán, 2010). Es decir es la mayor distancia medida en kilómetros, desde la parte más alta de la cuenca hasta su desembocadura, en sentido del cauce principal (Jiménez y Fierro , 2011).

**Forma de la cuenca**

Expresa la relación, entre el ancho promedio de la cuenca y su longitud, es decir (Villón, 2002).

**Ecuación 1**

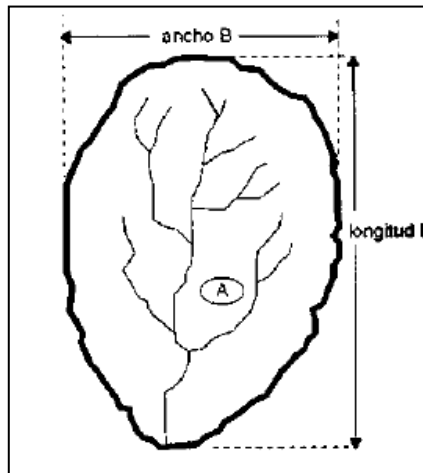
$$F = \frac{B}{L}$$

Dónde:

F: Factor de forma

B: ancho

L: Longitud



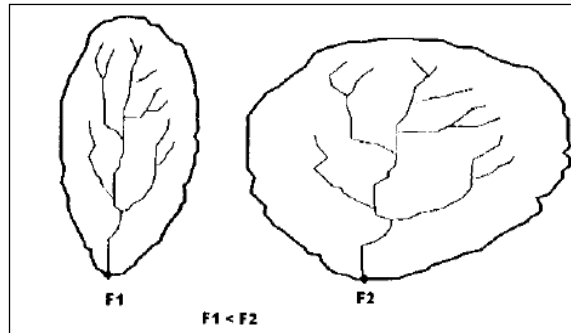
**Figura 2.6 Medidas en una cuenca**

Fuente: Hidrología (Villón, 2002)

Cuando F es similar a 1, se está ante una cuenca de forma redondeada, y en los casos en que F es menor a 1, se caracteriza por ser una cuenca alargada (Gaspari, et. al., 2010).

Este es un indicador que nos permite aproximar la forma de la cuenca a una forma geométrica, a fin de poder determinar la velocidad con la que el agua llega al río principal de la cuenca. (Jiménez y Fierro , 2011). Por este motivo es importante conocerlo para tener referencias en las crecientes de la red hidrográfica; una cuenca alargada es menos susceptible a crecidas de gran magnitud que una redondeada (Beltrán, 2010).

Por ejemplo, en la figura 2.7 podemos observar que la cuenca f2 tiene un F mayor que F1 por lo que existe más probabilidad de tener una tormenta intensa simultánea, sobre toda la extensión de la cuenca (Villón, 2002).



**Figura 2.7 Factor de forma para dos cuencas**  
Fuente: Hidrología (Villón, 2002)

### **Coefficiente de compacidad (KC)**

Este parámetro constituye una relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia cuya área es igual al de un círculo, y equivalente al área de la cuenca en estudio. Se calcula mediante la siguiente expresión (Ordoñez, 2001).

#### **Ecuación 2**

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot A}} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Dónde:

P: Perímetro de la cuenca, en Km.

A: Área de la cuenca, en Km<sup>2</sup>

El valor de este parámetro será mayor a medida de que aumente la irregularidad de la forma de la cuenca. Cuando el valor es más cercano a 1 la cuenca se asemeja a una circunferencia y el tiempo de concentración es menor, haciéndola más dispuesto a las crecidas

### **Pendiente del Cauce**

El conocimiento de la pendiente del cauce principal de una cuenca es un parámetro importante, en el estudio del comportamiento del recurso hídrico. En general, la pendiente de una tramo de un cauce de un río, se puede considerar como el cociente, que resulta de dividir, el desnivel de los extremos del tramo, entra la longitud horizontal de dicho tramo (Villón, 2002).

Existen varios métodos para obtener la pendiente de un cauce, en el libro de Hidrología de Máximo Villón identifican varios, entre ellos mencionaremos:

- Método I Pendiente uniforme

#### **Ecuación 3**

$$S = \frac{H}{L}$$

Dónde:

S= Pendiente

H: Diferencia de cotas entre los extremos del cauce en kilometros.

L: Longitud la cuenca, en km

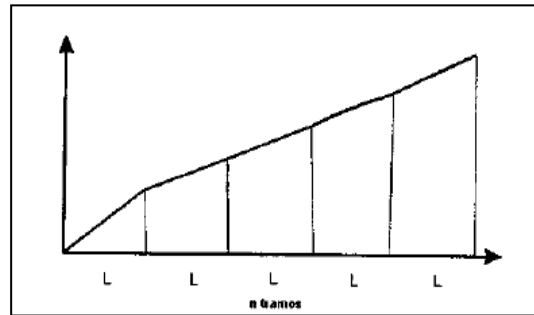
Este método se puede utilizar en tramos cortos.

- Método II Ecuación de Taylor y Schwarz

Este método, considera que un río está formado por n tramos de igual longitud cada uno de ellos con pendiente uniforme.

#### Ecuación 4

$$S = \left[ \frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right]^2$$



**Figura 2.8 Tramos de la longitud de un cauce**

Fuente: Hidrología (Villón, 2002)

Dónde:

N= número de tramos iguales, en los cuales se subdivide el perfil

$S_2, S_3, \dots, S_n$ = pendiente de cada tramo, según  $S = \frac{H}{L}$

S= Pendiente media del cauce

Por lo general, se espera en la práctica, de que los tramos sean de diferentes longitudes, en este caso, Taylor y Schwarz recomiendan utilizar la siguiente ecuación:

#### Ecuación 5

$$S = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{S_i}}} \right]^2$$

Dónde:

S= pendiente media del cauce

$S_i$ = Pendiente del tramo i

$L_i$ = Longitud el tramo i

#### Curva hipsométrica (CH)

Es la distribución de las áreas parciales de la cuenca de acuerdo a un rango de elevación. Permite obtener la relación hipsométrica mediante el análisis altitudinal con el límite de la cuenca, el intervalo de altitud seleccionado debe ser una equidistancia para todas las áreas parciales de la cuenca (Gaspari, et. al., 2010).

Para construir la curva hipsométrica se utiliza un mapa con curvas de nivel, Villon (2002) indica:

- Se marcan sub áreas de las cuencas siguiendo las curvas de nivel, por ejemplo de 100 en 100m.

- Se determinan las áreas parciales de esos contornos.
- Se determinan las áreas acumuladas, de las porciones de la cuenca.
- Se determina el área acumulada que queda sobre cada altitud del contorno.
- Se plotean las altitudes, versus las correspondientes áreas acumuladas que quedan sobre esas altitudes.

### **Histograma frecuencia de altitudes**

Es la representación gráfica, de la distribución en porcentaje, de las superficies ocupadas por diferentes altitudes. Es un complemento de la curva hipsométrica (Villón, 2002).

### **Red de drenaje**

La red de drenaje de una cuenca se refiere a las trayectorias o al arreglo que guardan entre sí, los cauces de las corrientes naturales dentro de ellas. Manifiesta la eficiencia del sistema de drenaje en el escurrimiento resultante, es decir, la rapidez con que desaloja la cantidad de agua que recibe (Villón, 2002).

Características de la red de drenaje:

- Orden de las corrientes

Primero definiremos los tipos de corrientes, comúnmente se clasifican en tres tipos: perennes, intermitentes y efímeras, con base en la constancia de su escurrimiento o flujo. Las corrientes perennes conducen agua todo el tiempo, excepto durante las sequías extremas. Las corrientes intermitentes llevan agua la mayor parte del tiempo, pero principalmente en épocas de lluvias, y por último, las corrientes efímeras sólo conducen agua durante las lluvias o inmediatamente después de éstas (Linsley *et. al.*, 1977).

El orden de las corrientes, es una clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de la cuenca. Se considerara como corrientes de orden uno, aquellas que no tienen ningún tributarios; de orden dos a las que solo tienen tributarios de orden uno, de orden tres, aquellas corrientes con dos o más tributarios de orden dos, etc. Así el orden de la principal indicara la extensión dela red de corrientes dentro de la cuenca (Villón, 2002).Se utilizó el esquema de ordenación o de clasificación de Horton-Strahler, el cual expresa que las redes de drenaje pueden ser modeladas o representadas por un conjunto de nodos conectados unos a otros por segmentos. Entre más corrientes tributarias tenga una cuenca, es decir, entre mayor sea el grado de bifurcación de su sistema de drenaje, más rápida será su respuesta a la precipitación (Aparicio, 1992).

### **Bifurcación**

Es un parámetro que resulta de la relación entre el número de cauces de un orden dado y el número de cauces del orden inmediatamente superior. Su razón es la siguiente:

### **Ecuación 6**

$$Rb = \frac{N_n}{N_{n+1}}$$

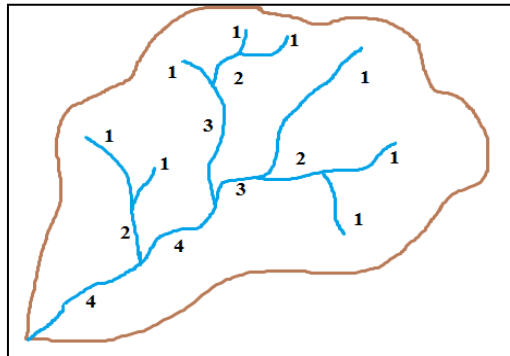
Dónde:

Rb = Razón de bifurcación

$N_n$  = Numero de cauces de un orden dado

$N_{n+1}$  = Numero de cauces del orden inmediatamente superior

Valores muy altos de esta relación, está determinado a terrenos escarpados, los suelos son muy erosionables. Además que, estas cuencas presentan una amplia red hidrográfica con muchos cauces tributarios con rápida respuesta a la precipitación (Aparicio, 1992).



**Figura 2.9 Orden de las corrientes de una cuenca**

Fuente: elaboración propia

- Longitud de los tributarios

Es la medición lineal de la longitud total de cauces (L) expresada en km. Para el caso del colector principal, se considera desde la salida de la cuenca hasta su cabecera principal, el resto se mide desde la cabecera hasta su descarga.

El resultado de éste valor se utiliza para definir la densidad de drenaje en una cuenca hidrográfica (Aguirre, 2007).

- Densidad de drenaje (Dd)

Villon (2002) expresa que la densidad de drenaje es la longitud de las corrientes por unidad de área, es decir:

**Ecuación 7**

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Donde

$D_d$ =Densidad de drenaje

L= longitud total de las corrientes perennes o intermitentes en km

A= área total de la cuenca en Km<sup>2</sup>

Por lo común se encuentran bajas densidades de drenaje en regiones de rocas resistentes o de suelos muy permeables con vegetación densa y donde el relieve es débil. En cambio, se obtienen altas densidades de drenaje en áreas de rocas débiles o de suelos impermeables, vegetación escasa y relieve montañoso (Strahler, 1964).

**Tabla 2.1 Rangos aproximados de la Densidad de Drenaje**

Densidad de drenaje (valores aproximados)	Clases
0.1 a 1.8	Baja
1.9 a 3.6	Moderada
3.7 a 5.6	Alta

Fuente: IBAL, 2009



- La Densidad de corriente (Dc):

Villon (2002) expresa: Es la relación entre el número de corrientes y el área drenada, es decir:

#### Ecuación 8

$$D_c = \frac{N_c}{A}$$

Donde

$D_d$ =Densidad de corriente.

$N_c$ = número de corrientes perennes e intermitentes.

A= área total de la cuenca en Km<sup>2</sup>

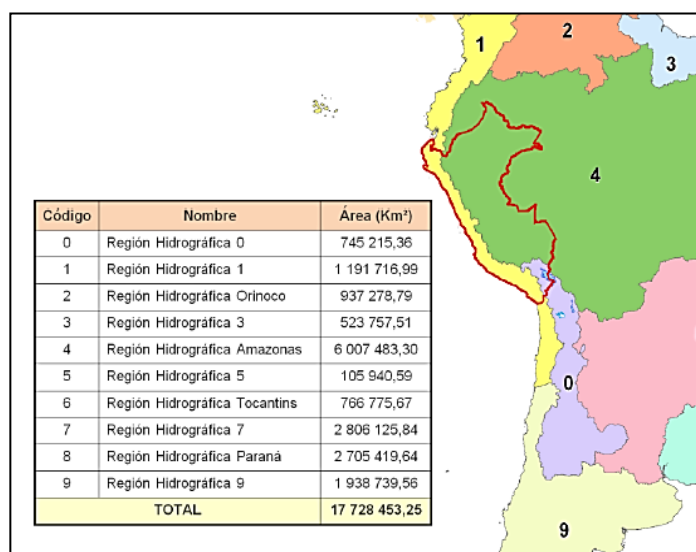
Esta relación no proporciona una medida real de la eficiencia de drenaje pues puede suceder que se tengan dos cuencas con la misma densidad de corriente y estén drenadas en diferente forma, dependiendo de la longitud de sus corrientes.

- Tiempo de concentración (Tc)

Es el tiempo que le toma llegar a la última gota de agua caída en la parte más lejana de la cuenca al desagüe (Beltrán, 2007). Para realizar esta determinación el tiempo de duración de la precipitación es por lo menos igual al tiempo de concentración y que se distribuye uniformemente en toda la cuenca (Gaspari, *et. al.*, 2010).

#### Red hidrográfica

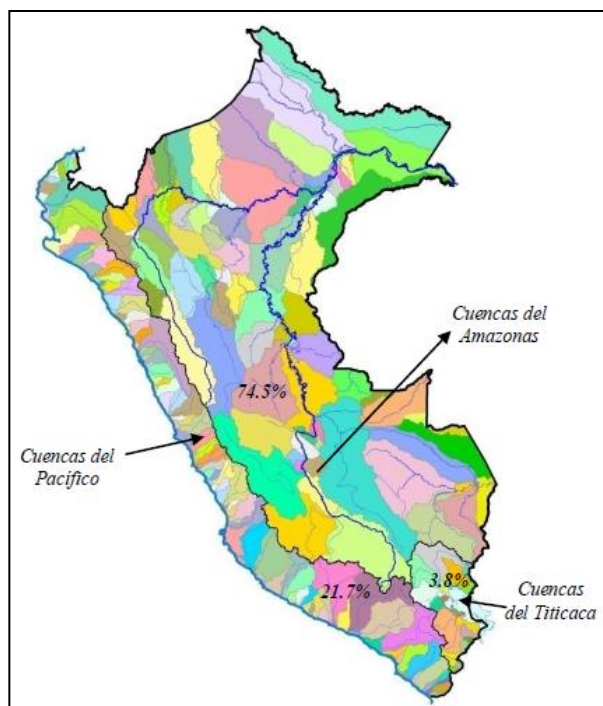
Como indica el informe de la dirección de conservación y planeamiento de recursos hídricos:” codificación y clasificación de cursos de agua superficiales del Perú”: América del Sur está conformada naturalmente por 10 regiones hidrográficas con una extensión total de 17 728 453,25 km<sup>2</sup>, de los cuales Perú se encuentra comprendido en tres: Región Hidrográfica 0, Región Hidrográfica 1 y la Región Hidrográfica 4 en un área oficial de 1 285 215.6 km<sup>2</sup>. Como se puede observar en la siguiente figura:



**Figura 2.10América del sur: Regiones Hidrográficas**

Fuente: codificación y clasificación de cursos de agua superficiales del Perú (Autoridad Nacional del Agua. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos , 2011)

Según el estudio de delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú, hasta el año 2008 se identificaron 1268 unidades de tipo cuenca, intercuenca e interna y se encuentran distribuidas tal como se muestra en la Figura:



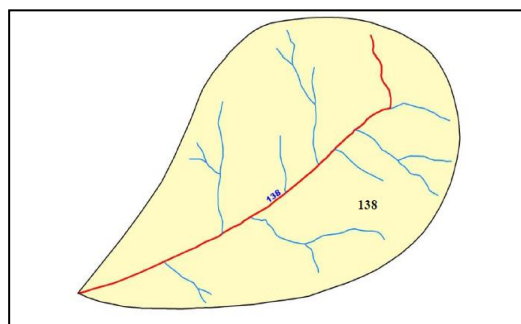
**Figura 2. 11 Principales Cuencas hidrográficas del Perú**

Fuente: codificación y clasificación de cursos de agua superficiales del Perú (Autoridad Nacional del Agua. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos , 2011)

### Codificación

A cada unidad hidrográfica se le asigna un código numérico, basado en su ubicación dentro del sistema de drenaje, de tal forma que éste código es único en todo el continente. (INRENA, 2003)

La codificación de los cursos en una cuenca hidrográfica se inicia con la determinación del curso principal, desde su desembocadura hasta su nacimiento. En cualquier confluencia, el curso principal será siempre aquel que posea la mayor área de drenaje.



**Figura 2.12 Curso principal con el código de la unidad a la que pertenece**

Fuente: codificación y clasificación de cursos de agua superficiales del Perú (Autoridad Nacional del Agua. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos , 2011)

#### 2.2.4. Precipitación

Se define precipitación a toda forma de humedad, que, originando en las nubes, llega hasta la superficie terrestre. De acuerdo a esta definición, las lluvias, las granizadas, las garuas y las nevadas son formas distintas del mismo fenómeno de la precipitación (Chereque, 1989).

En el Perú las precipitaciones, según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI, se clasifican por su intensidad en:

- Intensidad débil o leve: Menor a 1.5 mm, en la cual pueden desarrollarse trabajos a intemperie.
- Intensidad ligera: De 1.6 a 3.0 mm, en la cual pueden desarrollarse trabajos a intemperie, aunque con cierta dificultad.
- Intensidad moderada: De 3.1 a 9 mm, en la cual no permite desarrollar trabajos a intemperie.
- Intensidad fuerte: De 9.1 a 36 mm, prácticamente resulta imposible efectuar cualquier tipo de labor.
- Intensidad intensa: De 36.1 a 100 mm, en la cual resulta peligroso intentar desarrollar cualquier tipo de trabajos a intemperie.

#### Origen de las Precipitaciones

Una nube está formada por pequeñas gotas de agua, estas se mantienen estables por ser de reducido tamaño, Villon (2002) indica:

Las características de estas gotitas de las nubes son: diámetro aproximado de las gotitas 0.02mm, espaciamiento entre gotitas 1mm y una masa de 0.5 a 1 gr/m<sup>3</sup>

Por el contrario, las gotas de lluvia, tienen un diámetro de 0.5 a 2mm, es decir, un aumento en el volumen de las gotitas de las nubes, de 100,000 a 1.000.000 de veces

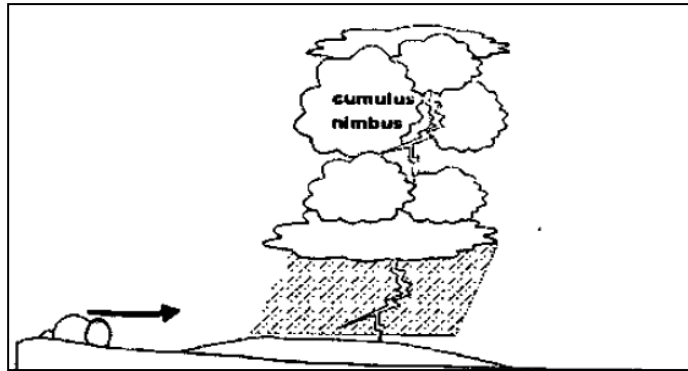
En este aumento, está el origen de las precipitaciones y se asume principalmente gracias a dos fenómenos:

- Unión entre sí de numerosas gotitas.
- Engrosamiento de una gota por la fusión y condensación de otras.

#### Tipos de Precipitación

La formación de la precipitación, requiere que agua en la atmosfera se aumente y así se enfrié, logrando que la humedad se condense. Puelles (2015) en su tesis, lo clasifica y lo define de la siguiente manera:

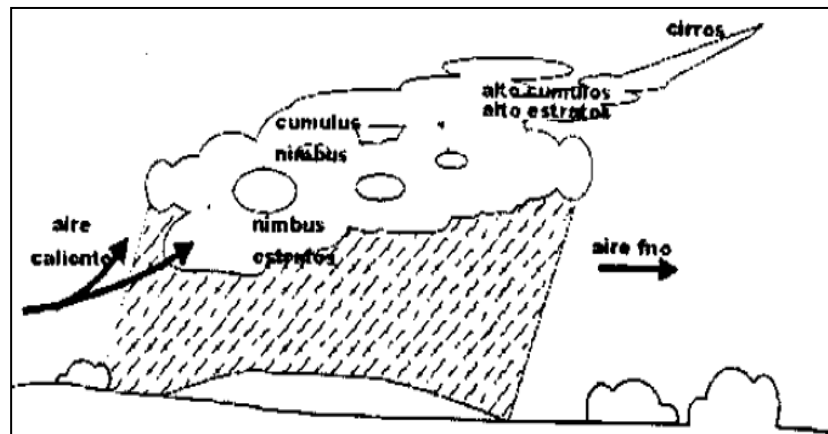
- **Precipitación de convección:** Resulta del ascenso de la masa de aire cálido más liviano por ser menos pesado que el aire de la atmosfera circundante. La diferencia de temperatura se da por el resultado de calentamientos diferentes en la superficie de la capa de aire. Las precipitaciones convectivas son puntuales y vienen acompañadas de rayos y truenos. Son precipitaciones características de regiones tropicales.



**Figura 2.13 Precipitación de convección**

Fuente: Hidrología (Villón, 2002)

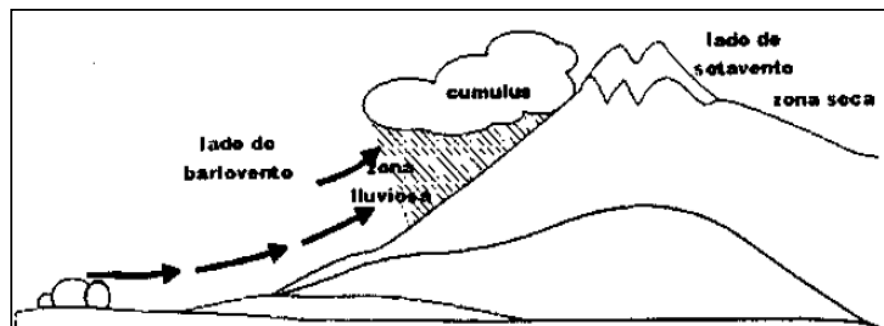
- **Precipitación Ciclónica:** Son causadas cuando hay un encuentro de dos masas de aire a diferentes temperaturas, produciendo que las nubes más calientes sean impulsadas a las partes más altas para producirse la condensación y precipitación. Estas precipitaciones están asociadas a lugares de baja presión.



**Figura 2. 14 Precipitación Ciclónica**

Fuente: Hidrología (Villón, 2002)

- **Precipitación Orográfica:** Se produce cuando el vapor de agua que se forma sobre la superficie de agua es empujada por el viento hacia una cadena montañosa. En este caso, siguen por las laderas de las montañas y ascienden a grandes alturas, hasta poder encontrar condiciones para la condensación y generar precipitaciones



**Figura 2. 15 Precipitación Orográfica**

Fuente: Hidrología (Villón, 2002)

## Medición de la precipitación

La precipitación se mide en términos de la altura de lámina de agua (hp), y se expresa comúnmente en milímetros. Esta altura de lámina de agua, indica la altura del agua que se acumularía en una superficie horizontal, si la precipitación permaneciera donde cayó (Villón, 2002). La medición de las precipitaciones se realizan mediante instrumentos de medición normados por la OMM (Organización Meteorológica Mundial), y se clasifican en pluviómetros y pluviógrafos.

- **Pluviómetros:** El Pluviómetro estándar del U.S National Weather Service tiene un colector de 20.3 cm de diámetro y un alto de 60 cm mientras que el tubo de medición tiene un área de sección transversal igual a un décimo área del colector. Ello permite medir la altura de lluvia en la probeta, con una aproximación hasta decimos de milímetro, pues cada centímetro medido en la probeta, corresponde a un milímetro de altura de lluvia. Este tipo de medidores se emplea en su mayoría para la medición de las precipitaciones diarias y generalmente se acostumbra hacer una lectura cada 24 horas. (Puelles, 2015)



**Figura 2.16 Pluviómetro visto desde arriba**

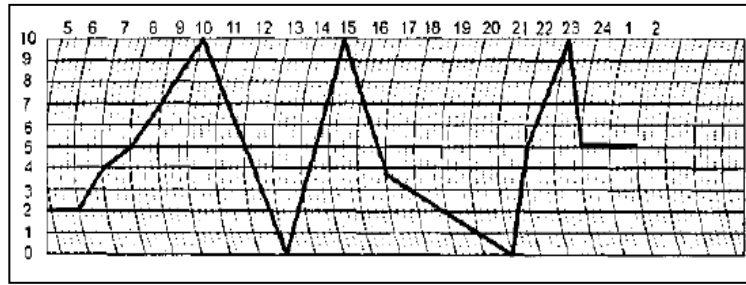
Fuente: (Wikipedia, 2005)

- **Pluviógrafos:** es un instrumento, que registra la altura de lluvia en función del tiempo, lo cual permite determinar la intensidad de la precipitación, dato de gran importancia para el diseño de estructuras hidráulicas. Los pluviógrafos más comunes son de forma cilíndrica y el embudo receptor está ligado a un sistema de flotadores, que originan el movimiento de una aguja sobre un papel registrador mediante un sistema de reloj. Como el papel registrador tiene un cierto rango en cuanto a la altura del registro, una vez que se llega al rango superior del registro automáticamente regresa al borde inferior y sigue registrando. El gráfico recibe el nombre de pluviograma (Villón, 2002).



**Figura 2.17 Pluviógrafo**

Fuente: (google imágenes, 2003)



**Figura 2.18 Pluviógrama de registro cuando la aguja asciende y desciende**

Fuente: Hidrología (Villón, 2002)

### **Cálculo de la precipitación media sobre la cuenca**

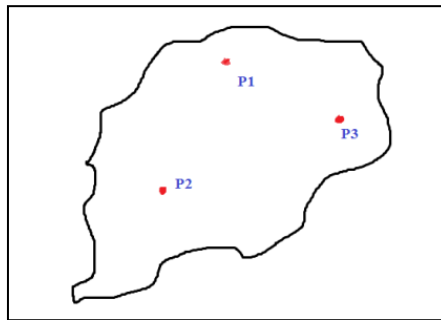
Aparicio en su libro fundamentos de la hidrología, 1992 nos dice:

En general, la altura de lluvia que cae en un sitio dado difiere de la que cae en los alrededores aunque sea en sitios cercanos. Los aparatos descritos registran la lluvia puntual, es decir, la que se produce en el punto en que está instalado el aparato y, para los cálculos ingenieriles, es necesario conocer la lluvia media en una zona dada, como puede ser una cuenca.

Es necesario recopilar información acerca de la existencia de estaciones pluviométricas con datos de los eventos en tiempos no inferiores a los 10 años para conocer la cantidad de precipitación que recibe la cuenca hidrográfica (Aguirre, 2007). Para calcular la precipitación media anual, los métodos más usados son los siguientes:

- **Método aritmético**

El método de la media aritmética es el más simple para determinar la lluvia promedio sobre un área. Se promedian las profundidades de flujo que se registran en un número dado de pluviómetros (véase la figura 2.19) (Chow et al, 1994).



**Figura 2.19 Pluviómetros en cuenca**

Fuente: Elaboración Propia

Si  $p_1, p_2, \dots, p_n$  son las precipitaciones anuales observadas en diferentes puntos de la cuenca, entonces la precipitación anual media en la cuenca es:

### **Ecuación 9**

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n}$$

Es el método más sencillo pero que sólo da buenos resultados cuando el número de pluviómetros es grande (Chereque, 1989).

#### • Polígonos de Thiessen

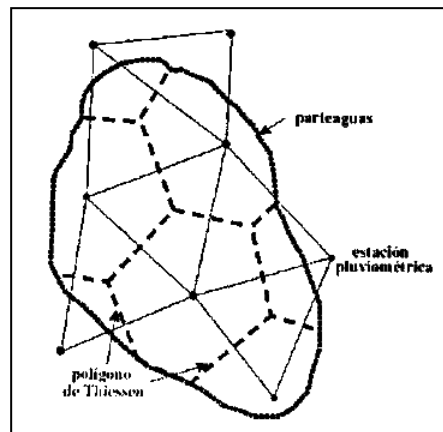
Chereque en su libro Hidrología para estudiantes de ingeniería civil (1989). Nos dice que el método consiste como la siguiente secuencia:

- Unir las estaciones formando triángulos.
- Trazar las mediatrices de los lados de los triángulos formando polígonos. Cada polígono es el área de influencia de una estación
- Hallar las áreas  $a_1, a_2, \dots, a_n$  de los polígonos.
- Si:  $p_1, p_2, \dots, p_n$  son las correspondientes precipitaciones anuales, entonces:

#### Ecuación 10

$$P = \frac{P_1 a_1 + P_2 a_2 + \dots + P_n a_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n}$$

P es la precipitación anual media en la cuenca.



**Figura 2. 20 Polígono de Thiessen**

Fuente: Hidrología (Villón, 2002)

#### • Método de las Isoyetas

Para este método Villón (2002) indica que: se necesita un plano de isoyetas de la precipitación registrada, en las diversas estaciones de la zona en estudio. Las isoyetas son curvas que unen puntos de igual precipitación. Para trazar el plano de la isoyetas se realizará mediante este criterio:

- Ubicar las estaciones dentro y fuera de la cuenca
- Trazar las isoyetas, interpolando las alturas de precipitación entre las diversas estaciones, de modo similar a como se trazan las curvas de nivel.
- Hallar las áreas  $A_1, A_2, \dots, A_n$  entre cada 2 isoyetas seguidas.
- Si  $P_0, P_1, \dots, P_n$  son las precipitaciones representadas por las isoyetas respectivas, calcular la precipitación media utilizando:

#### Ecuación 11

$$P_{Med} = \frac{\frac{P_0 + P_1}{2} A_1 + \dots + \frac{P_n + P_{n+1}}{2} A_n}{A_1 + \dots + A_n}$$

$$P_{Med} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^n \frac{P_{i-1} + P_i}{2} A_i$$



Dónde:

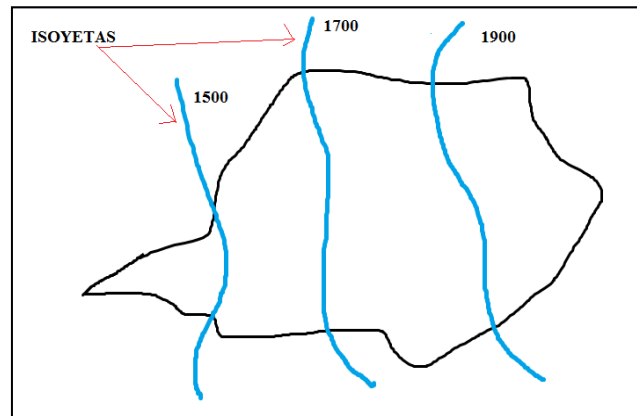
$P_{Med}$  = Precipitación media

$A_T$  = Área total de la cuenca

$P_i$  = altura de precipitación de las isoyetas  $i$

$A_i$  = área parcial comprendida entre las isoyetas  $P_{i-1}$  y  $P_i$

$n$  = número de áreas parciales.



**Figura 2.21 Isoyetas**

Fuente: Elaboración Propia

## 2.3. GLOSARIO DE TERMINOS

- **Altitud:** se denomina altitud a la medición de la distancia vertical entre cualquier punto determinado de la Tierra en relación con el nivel del mar. Dicha medición se expresa mediante una cifra y la unidad de distancia, que puede ser de metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) o de pies sobre el nivel del mar
- **Descolmatación:** consiste en quitar el residuo acumulado en una superficie por acción de desplazamiento de vientos, aguas superficiales o subterráneas o masas de agua en ambiente marino o lacustre, acciones de agentes químicos, acciones de organismos vivos
- **Flujo:** latín “Fluxus” que significa “corriente o ir de un lado a otro”, generalmente cuando se emplea el término flujo, se hace para referirse al movimiento de algo, enfocándolo sobre todo desde el punto de vista de las cosas líquidas, porque son las que mayormente asociamos a la capacidad de fluir, por eso se entiende por un lado al flujo como el movimiento que puede experimentar un fluido
- **Hidrograma:** es un gráfico que muestra la variación en el tiempo de alguna información hidrológica tal como: nivel de agua, caudal, carga de sedimentos, entre otros.
- **Influjo:** Así se denomina al acto y el resultado de influir: provocar un efecto, ejercer una supremacía o un predominio.
- **Pendiente:** se denomina pendiente a la inclinación de un elemento lineal, natural o constructivo respecto de la horizontal (de 0° o 180°)
- **Perennes:** Se conoce como perenne al adjetivo que designa a lo que es incesante, continuo, que no muere.
- **Sedimentos:** Conjunto de partículas sólidas que queda depositado en el fondo del recipiente que contiene un líquido.
- **Tendencia:** la podemos definir como aquel proceso de cambio en los grupos humanos, que da lugar a nuevas necesidades, deseos, formas de comportamiento y por ende a nuevos productos y servicios.

## **2.4. MARCO REFERENCIAL**

En Ley General de Aguas y su Reglamento - D.L. 17752 del 24.07.90 indican que las aguas, sin excepción alguna, son de propiedad del Estado, y su dominio es inalienable e imprescriptible (...) El uso justificado y racional del agua, sólo puede ser otorgado en armonía con el interés social y el desarrollo del país.

También indica que el Estado deberá: formular la política general de su utilización y desarrollo, planificar y administrar sus usos de modo que ellos tiendan a efectuarse en forma múltiple, económica y racional; Inventariar y evaluar su uso potencial; Conservar, preservar e incrementar dichos recursos; y realizar y mantener actualizados los estudios hidrológicos, hidrobiológicos, hidrogeológicos, meteorológicos, y demás que fuesen necesarios en las cuencas hidrográficas del territorio nacional.

En El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado mediante Decreto Supremo N° 034 – 2008 – MTC dispone entre otros la implementación del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, el cual es un documento que resume lo más sustancial de la materia, que servirá de guía y procedimiento para el diseño de las obras de drenaje superficial y subterránea de la infraestructura vial, adecuados al lugar de ubicación de cada proyecto. En este manual no indica que la hidrología es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

Los estudios hidrológicos son fundamentales para: El diseño de obras hidráulicas, para efectuar estos estudios se utilizan frecuentemente modelos matemáticos que representan el comportamiento de toda la cuenca en estudio.

## **2.5. HIPOTESIS**

### **2.5.1. Hipótesis general**

Al elaborar el estudio hidrológico de la sub cuenca Chipillico para prevención de desastres en el distrito de Las Lomas, provincia y departamento de Piura se diagnostica la situación actual de la Sub Cuenca Chipillico identificando la problemática de la zona de estudio y por ende se describe las posibles soluciones a estas problemáticas

### **2.5.2. Hipótesis específicas**

- Determinando el área de la subcuenca Chipillico se conoce las limitaciones de la zona de estudio.
- La zona de estudio está en un constante movimiento de masas de agua por lo tanto funciona como un sistema hidrológico
- Se conoce los datos meteorológicos e hidrométricos al consultar la entidad SENAMHI.
- Existen varios problemas a causa de desastres en la Subcuenca Chipillico
- Existen varias soluciones puntuales para enfrentar los diferentes problemas ante los desastres en la subcuenca Chipillico

## CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. ENFOQUE Y DISEÑO

El enfoque considerado es mixto (cuantitativo y cualitativo) no - experimental narrativo con teoría fundamentada.

### 3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACION

Se recopiló información: datos pluviométricos de hidrométricos de las estaciones en la zona de estudio de las diferentes entidades.

#### 3.2.1. Pluviometría

El análisis y las mediciones de la precipitación sobre un área, sirve de punto de partida para realizar los estudios relacionados con el control y uso del agua

#### Red de estaciones de medición

La información pluviométrica disponible corresponde a un listado de 2 estaciones meteorológicas para el estudio de la precipitación, las cuales se ubican en la subcuenca de estudio. La tabla 3.1 es el listado de las estaciones esta información se extrajo del SENAMHI.

**Tabla 3.1** Listado de estaciones Meteorológicas

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	PROVINCIA	DISTRITO
Sapillica	4°	79° 58'	Ayabaca	Sapillica
Partidor	4°	80°16'	Piura	Las Lomas

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 3.1** Estaciones meteorológicas ubicadas en el Área de estudio

Fuente: SENAMHI

#### Análisis de consistencia de la información

El análisis de consistencia de la información hidrometeorológica es una técnica nos permite revelar, identificar, cuantificar, subsanar y eliminar los errores sistemáticos de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie hidrometeorológica.

## Estación Sapollica

La estación Sapollica ubicada en el distrito de Sapollica, se encuentra en funcionamiento según el Senamhi. Los datos extraídos se encuentran en la tabla 3.2 donde se ha clasificado según el máximo diario de cada mes entre los años 1965 y 2017, pero los datos se encuentran incompletos como se puede observar más notorio en los años 1982 y 1983.

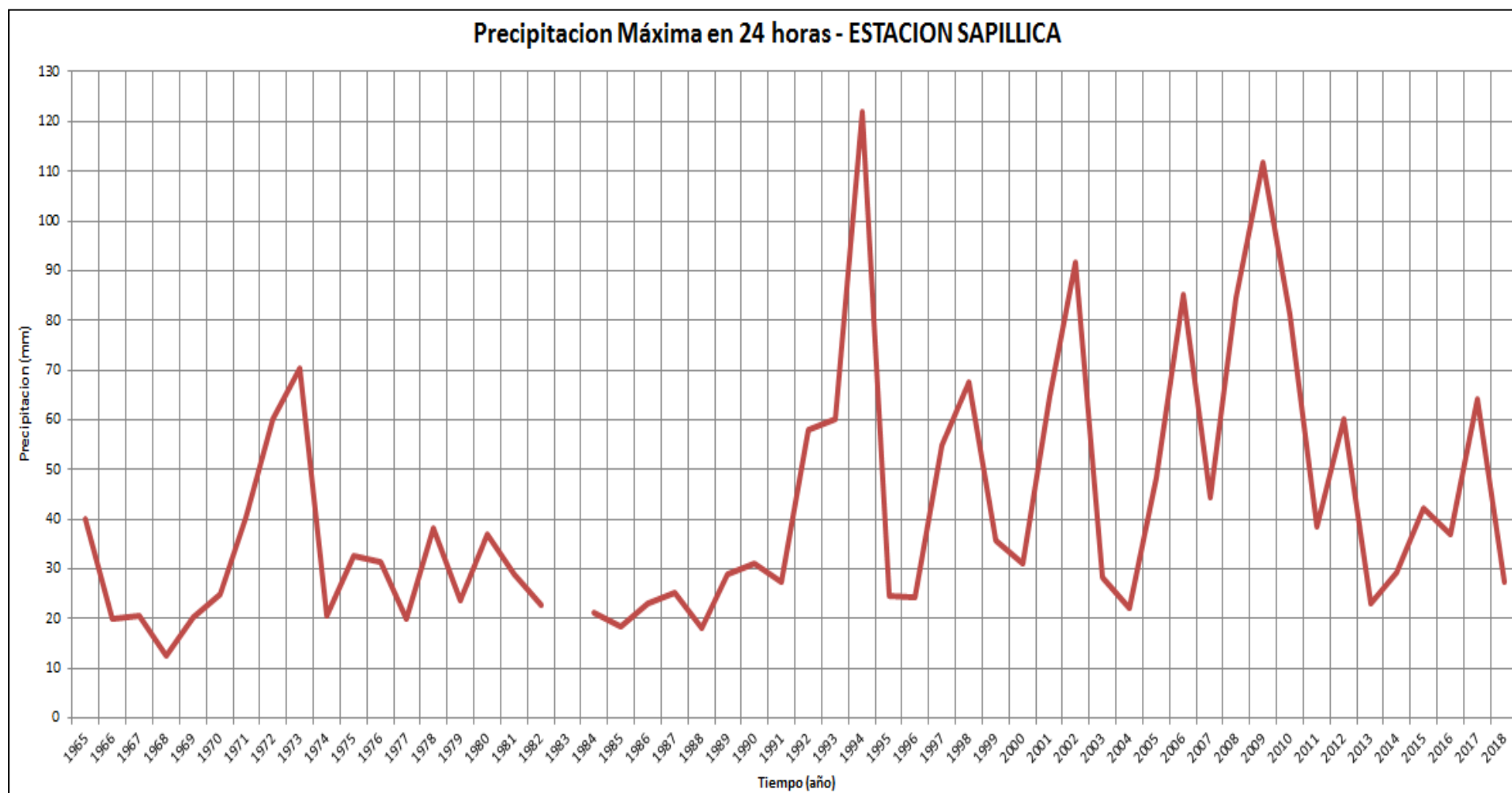
En la página del SENAMHI solo se encuentran disponibles los datos hasta el mes de Julio del año 2018 por problemas técnicos del instrumento en esta estación

**Tabla 3. 2** Datos meteorológicos en la estación Sapollica

ESTACION SAPILLICA													
LATITUD:		4° 46'41,41"						DEPARTAMENTO			PIURA		
LONGITUD		79° 58' 54,41"						PROVINCIA			AYABACA		
ALTITUD		1466						DSTRITO:			SAPILLICA		
AÑO	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set.	Octubre	Nov.	Dic.	MAX
1965	10.5	20	40	35	27.2	10	2	5	3	1	1	8	40
1966	8	15	20	2.2	1.5	0	1.7	0	0	10.6	0.5	1	20
1967	3.5	4.8	2.5	1	0.5	0	1	2.9	0.01	20.5	0.5	1	20.5
1968	12.5	2	10.5	10.5	10.6	0.6	1	0.8	0.7	10.6	0	0.8	12.5
1969	10.5	3	20.4	10.5	12	10	2	2	3	4	5	10	20.4
1970	25	15	16	15	20	8	2	1	5	15	5	7	25
1971	10.3	10	34	40.3	10.3	10.2	3	0	3.2	4	9	15.2	40.3
1972	16	60.3	58.5	50.2	9.1	10	5.1	6.2	12.2	12.5	5.1	10.1	60.3
1973	15.3	16	18	70.2	6	7.1	2.1	8.1	9.3	5.2	4.3	12	70.2
1974	15.2	20.5	12	10	13.1	8.1	4.3	10	8.1	6	8.3	19.2	20.5
1975	19.3	30.1	32.7	18.3	15.4	8.3	6.1	7.5	0.01	3	9	12.4	32.7
1976	24.4	26.2	31.3	18.1	18.2	9.1	6.3	11	0.01	0.01	2	21	31.3
1977	20.1			15	8.7	6.1	0.01	0	8.4	0.01	8.3	10.2	20.1
1978	8.6	23.3	38.2	18.4	9.3	0.01	0.01	0.01	2.3	0.01	2.1	4.5	38.2
1979	8.1	19.6	23.6	22.3	8	8.3	1.3	0.01	0.01	1.2	1.1	5.3	23.6
1980	2.3	10.7	37.1	7	10.1	2.3	0.01	0	0	1.2	10.2	10.1	37.1
1981	6	29	26.1	10.3	10.7	8.7	7	0.01	0.01	0.01	5.6	8	29
1982	10.1	22.6											22.6
1983													
1984	14.7	21.3	20.1	14.3	10	8	3	10.3	0.01	2.1	5.4	15.2	21.3
1985	14.3	18.4	17	18	10.3	8.4	2.5	0	6	0.01	2.4	12.7	18.4
1986	18.8	18.6	19.8	23.1	7.6	0.01	3.7	6	0.01	4.2	6.3	10.6	23.1
1987	13	15	19.3	25.1	8	5	2.3	0.01	0.01	1.3	2.4	7.5	25.1
1988	15	15	8.3	18	8.1	4.6	0.01	0.01	0.01	5.7	0.01	5	18
1989	29	21	28.3	18.2	9.3	0	0	0	0	0	0	0	29
1990	9.1	14.2	21.5	31	15	0	0	0	0	13	11	3.5	31
1991	4.8	18	27.4	23.5	12.8	0.8	0	0.01	0.5	4.2	3	19.5	27.4
1992	36.5	48	58	30	30.1	3	1	0	4.8	3.5	4.5	7	58
1993	22	60	53.5	23.5	13.8	1.7	12.5	2.4	16	12.2	0.5	35	60
1994	36.3	61	122	30	8	0	1.9	2.5	1.4	0	0.5	19.1	122

1995	10	13.9	13.9	16	10.6	0	0.9	0	0	0.5	8	24.5	24.5
1996	8.2	24.3	18.3	10.5	3.1	0.5	0	0	0	0.1	0	0.2	24.3
1997	18.6	20.9	21.1	40.2	14	5.2	2	2.5	10.8	4.5	8.1	55	55
1998	38.8	67.7	60	62.7	21.2	4.4	0.3	0	2.8	8.7	0.7	3.4	67.7
1999	19.4	20.1	35.6	30.8	5.2	1.4	0.8	0	0.01	1.3	0	5.6	35.6
2000	5.4	13.4	31.2	16.3	12.6	0.1	0	0	1.5	0	0	3.5	31.2
2001	15.1	27.4	64.7	39.6	1.8	0.01	0.5	0	0.1	1.5	15.9	16	64.7
2002	5.7	40.6	91.8	59.6	3.8	0	0.2	0	0	9.6	16.3	8.5	91.8
2003	16.3	17.5	28.3	18.7	2.3	2.4	1.2	0	0	0	0.6	9.5	28.3
2004	9.3	16.7	19.1	22.2	15.4	0	0	0	0	0.8	2.1	1.3	22.2
2005	2.4	7.4	48.5	5.8	2.4	0.5	0	0		0.1	0	3.5	48.5
2006	85.3	17	76.2	48	2.4	0.1	0.5	0	0	0.6	1.8	2.6	85.3
2007	12.3	11.2	44.3	4.5	0	0	0	0	0	2.2	1.5	0	44.3
2008	18.6	41	53.2	84.6	1.4	4.2	1.6	0	0	1.8	3.1	1.5	84.6
2009	33.3	111.8	44	41.2	13.5	0	0	0	0	0	2.6	4.4	111.8
2010	9.8	76.4	81.1	37.7	5.8	0	0	0	0	4.6	6	3.4	81.1
2011	3.8	25.5	10.3	38.4	4.5	14.2	2	0	0	4.5	6.6	8.6	38.4
2012	29.5	52.3	60.1	38.7	22.2	26.4	0	0	0	2.6	2	3.7	60.1
2013	23.1	16.5	19.1	6.3	17.7	0	0	0	0	11.5	0	4.1	23.1
2014	15.57	12.24	29.25	18.24	4.8	2.43	4.35	1.77	5.13	10.62	5.25	3.75	29.25
2015	30.81	10.08	42.3	14.58	5.25	1.62	7.71	1.86	0	2.07	9.03	3.12	42.3
2016	6.45	7.8	36.96	22.98	3.69	8.22	3.84	0	21.18	2.34	3.84	6.72	36.96
2017	19.38	39.03	64.05	23.61	9.33	4.77	6.12	6.87	8	13.68	8	16.56	64.05
2018	27.42	3.03	24.3	19.41	20.34	1.23							27.42
<b>NºDatos</b>	53	52	51	52	52	52	51	51	50	51	51	51	53
<b>Prom</b>	17.05	25.6	35.95	25.57	10.13	4.15	2.03	1.74	2.67	4.40	4.20	9.4	41.8
<b>Desv.</b>	13.3	21.0	23.4	17.53	6.75	5.03	2.57	3.09	4.64	4.97	4.04	9.66	24.94
<b>min.</b>	2.3	2	2.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12.5
<b>max.</b>	85.3	111.8	122	84.6	30.1	26.4	12.5	11	21.18	20.5	16.3	55	122

Fuente : Senamhi



**Figura3.2 Precipitación máxima en 24 horas de la Estación Sapillica**  
Fuente: Elaboración Propia

En la figura podemos notar un pico alto, el cual es de una precipitación de 122 mm en el año 1994, también una precipitación de 111.8mm en el 2009 como las precipitaciones mas sobresalientes de los datos registrados en la estación Sapollica

### Estación Partidor

La estación Partidor ubicada en el distrito de Las Lomas, se encuentra en funcionamiento según el SENAMHI.

Los datos extraídos se encuentran en la tabla 3.3 donde se ha clasificado según el máximo diario de cada mes entre los años 1967 a 1971 y entre 1996 y 2015, podemos notar algunos datos faltantes entre los meses de marzo y mayo; también agosto y octubre del 1967 que serían los más notorios.

**Tabla 3. 3** Datos meteorológicos de la Estación partidor

ESTACION PARTIDOR													
LATITUD:		4° 43'55.09"						DEPARTAMENTO		PIURA			
LONGITUD		80°16' 47.36"						PROVINCIA		PIURA			
ALTITUD		218						DSTRITO:		LAS LOMAS			
AÑO	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Octubre	Nov.	Dic.	MAX
1967	34.6	13.5											34.6
1968	1.2	0.5	0	3.2	0	0	0	0	0	6.7	0	0	6.7
1969	16	8.4	64.7	26	5	0	0	0	0	0	2.2	2.7	64.7
1970	1.5	1.5	8.6	1.5	2.3	0	0	0	0	3.6	0	0.3	8.6
1971	8	37.8	76.7	35.2	0	0	0	0	0	0	0	3.7	76.7
1996		20.5	25.2	12.6	0	0	0	0	0	4.2	0	1	25.2
1997	0.7	15.2	54.5	33.5	1.5	3.3	0	0.3	1.5	3.8	4	92	91.8
1998	160	134.7	145.3	120	40.7	0	0.3	0.2	0	5	1	0.2	160
1999	7.5	167.5	19.7	38.6	6.1	2.3	0	0	0	0.6	0	2.9	167.5
2000	12.5	26	53.5	71.2	5.7	1.7	0	0	0	0	0	6.4	71.2
2001	18.5	41.7	135.4	18.2	0.5	0	0	0	0	0	1.2	2	135.4
2002	0.1	30.5	123.2	132	0	0	0	0	0	7.5	2.5	2	132.3
2003	16.3	19.9	13.5	0.3	0.4	0.3	0.5	0	0	0	6.2	5.8	19.9
2004	12.7	9.5	1.7	12.8	0.8	0	0	0	0.9	4.7	0.3	7.7	12.8
2005	0.5	2	21	0	0.2	0.5	0	0	0	0	0	0.4	21
2006	10.4	80.1	31.5	4.2	0	0.4	0	0	0	0.5	8	2.9	80.1
2007	6.6	14.3	45.6	2.3	1.2	0	0	0	0	0	1	0	45.6
2008	9.4	139	72.6	3	3.5	1	0.6	0.9	0	2.3	3.6	0	139
2009	92.8	52.6	37.8	0.6	8	9.5	0	0	0	0	6.5	4.6	92.8
2010	21.7	84	54.4	12	2.5	0	0.1	0.4	0	2.8	0.5	3.2	84
2011	3.7	18.6	4	9.9	0	2.6	0.5	0	0	2	4.4	0.5	18.6
2012	9.4	59.5	49.5	28.6	0	0	0	0	0	0	1.3	0.5	59.5

2013	4.6	1.9	44.8	1.5	6.5	1.6	0	0	0	1.5	0	1.9	44.8
2014	2.6	3	12.4	4.4	5.5	0	0.5	0	0.7	1.8	2.7	2.8	12.4
2015	8.8	8.9	114.4	10.5	1.5	0	0	0	0	0	1.2		114.4
<b>N° De Datos</b>	24	25	24	24	24	25	25	24	25	24	25	24	25
<b>Prom</b>	19.171	39.64	50.42	24.3	3.829	0.928	0.1	0.075	0.12	1.95833	1.86	6	68.784
<b>Desv.</b>	35.394	46.91	42.57	35.7	8.253	2.027	0.2	0.2048	0.36	2.32621	2.34	18	50.145
<b>min.</b>	0.1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.7
<b>max.</b>	160	167.5	145.3	132	40.7	9.5	0.6	0.9	1.5	7.5	8	92	167.5

Fuente : Senamhi

En la figura 3.3 podemos notar un pico alto, el cual es de una precipitación máxima de 167.5 mm en el año 1999, también una precipitación máxima de 139 en el 2008 como las precipitaciones mas sobresalientes de los datos registrados en la estación Partidor.

A pesar que se registró una precipitación máxima en el 1999 el Comité Multisectorial encargado del estudio nacional del Fenómeno el Niño no registro ninguna anomalía, también el registro máximo que se dio en el 2008 fue en el mes de febrero, a pesar que según Comité Multisectorial encargado del estudio nacional del Fenómeno el Niño, se registró un fenómeno del Niño débil en el mes de junio a setiembre.

En la página del SENAMHI solo se encuentran disponibles los datos hasta el año 2015 por fallas en el instrumento.





**Figura3.3 Precipitación máxima en 24 horas de la Estación Partidor**  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2. Hidrometría

Hidrometría significa ‘medición del agua’, sea el agua que corre en un riachuelo o en un río, la que pasa por una tubería, la que se produce en un pozo, la que llega a (o sale de) una planta de tratamiento, la que se consume en una ciudad, industria o residencia, etcétera. ( Ministerio de Agricultura, 2005)

#### Red de estaciones hidrométricas

Las estaciones hidrométricas en la subcuenca de estudio. El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), perteneciente al Ministerio del Ambiente, administra dos de las estaciones y la Junta de usuarios de San Lorenzo tres estaciones. En la siguiente tabla se muestra los datos de las estaciones:

**Tabla 3. 4** Listado de estaciones Hidrométricas

ESTACION	FUENTE	LONGITUD	LATITUD
Bocatoma Chipillico	Junta de usuarios de San Lorenzo	-80.1180556	-4.71416667
Canal Chipillico	SENAMHI	-80.1666667	-4.73333333
Canal Yuscay	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico San Lorenzo	-80.2	-4.66666667
Pardo de Zela	SENAMHI	-80.2333333	-4.66666667
Lagartera	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico San Lorenzo	-80.0666667	-4.73333333

Fuente: Elaboración propia



**Figura3.4** Estaciones hidrométricas ubicadas en el Área de estudio

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos

### Estación hidrométrica Bocatoma de Chipillico

En la estación Bocatoma de Chipillico, en el Sistema de información de Recursos hídricos encontramos datos de los caudales desde 2015 hasta 2018, con datos faltantes en algunos meses

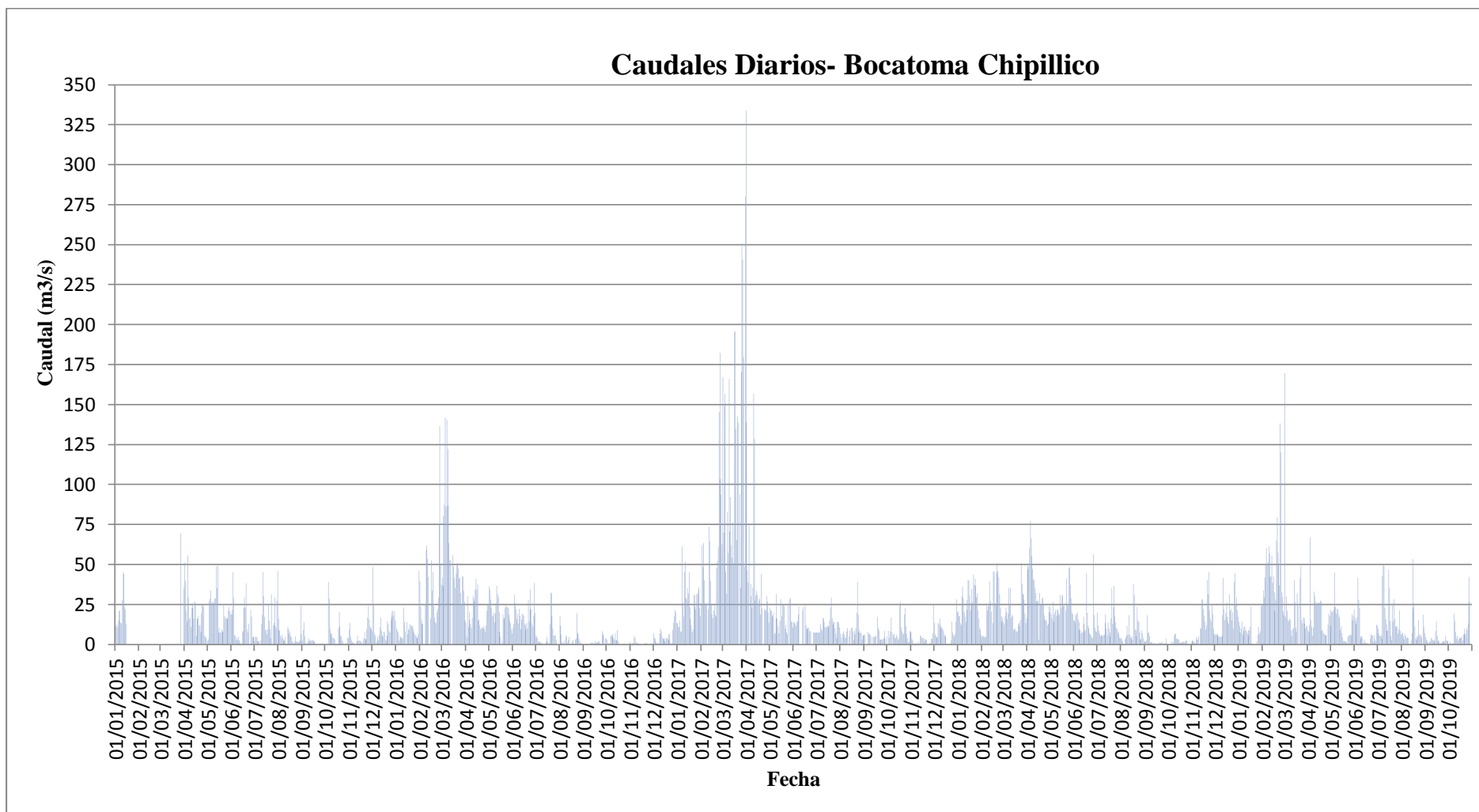
En la página del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos solo se encuentran disponibles esos años.

**Tabla 3. 5** Caudales Registrados en la Estacion Bocatoma Chipillico

Estacion Hidrometrica BOCATOMA CHIPILLICO													
Longitud				-80.1184									
Longitud				-4.714357									
CAUDALES m³/s													
AÑO	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX
2015	45.2		69.5	55.6	49.4	45	46	24	13.8	39	24	48.3	69.5
2016	46	136.7	142	41	36.8	38.5	32.4	19.6	8.3	9	21.7	21.7	142
2017	61.3	182.4	333.8	157	31.5	24.5	29.4	39	17.1	26.7	25.5	28.2	333.8
2018	43.7	51	50.8	77.3	48.2	56.4	36.8	37.8	18.2	6.7	44.5	44.5	77.3
2019	25	138.2	169.6	67	44.9	41.8	53.2	53.2	18.2	42.3			169.6
N° De Datos	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5
MAX	61.3	182.4	333.8	157	49.4	56.4	46	39	18.2	39	44.5	48.3	333.8

Fuente :Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos

En la figura siguiente se puede observar los caudales diarios registrados en la Bocatoma Chipillico, y se puede notar un pico alto en el 2017 en el cual ocurrió un Fenómeno El niño, lo cual produjo fuertes caudales.



**Figura 3.5 Caudales diarios registrados en la Bocatoma Chipillico**

Fuente: Elaboración Propia

### Estación hidrométrica Canal Chipillico

En la estación Canal de Chipillico, en el Sistema de información de Recursos hídricos encontramos datos de los caudales desde 1970 a 1975 y del 1991, con datos faltantes en algunos meses como de Julio a diciembre del año 1970 y mayo a diciembre del 1975.

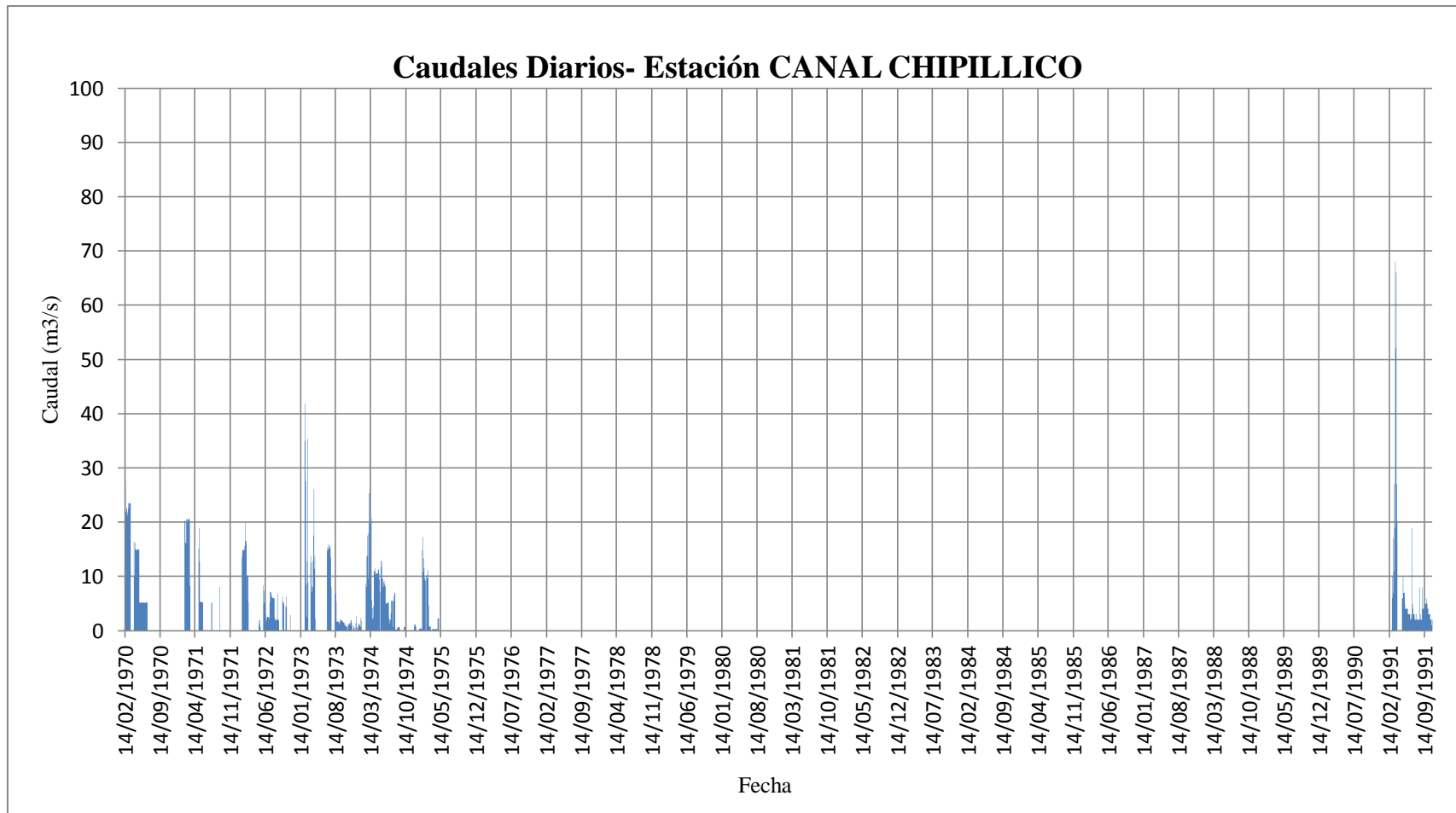
En la página del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos solo se encuentran disponibles los datos hasta el mes de octubre del año 1991 por problemas técnicos del instrumento en esta estación

**Tabla 3. 6** Caudales Registrados en la Estación Canal Chipillico

Estación Hidrométrica CANAL CHIPILLICO													
Longitud				-80.16666667									
Longitud				-4.73333333									
Caudales m³/s													
AÑO	En.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	MAX
1970		27.6	23.54	16.38	15.04	5.31							27.59
1971		20.5	20.71		15.11		5.13		8.09				20.71
1972		19.9	5.17		1.94	8.31	7.11	6.92	6.18	6.27	2.87		19.85
1973		41.8	13.8	26.08		15.91	15.77	6.91	2.03	1.5	1.98	2.6	41.84
1974	2.35	17.5	26.05	11.51	12.92	9.23	5.72	6.98	0.65	0.66		1.2	26.05
	17.3												
1975	3	11.2	1.81	2.28									17.33
1991			68		10	19	13	8	6	4			68
Nº De Datos	2	6	6	4	4	4	4	3	4	3	2	2	6
	17.3												
MAX	3	41.8	26.05	26.08	15.11	15.91	15.77	6.98	8.09	6.27	2.87	2.6	68

Fuente :Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos

En la figura siguiente se puede observar los caudales diarios registrados en el canal Chipillico, y se puede notar un pico alto en el año 1991 en el cual el Comité Multisectorial encargado del estudio nacional del Fenómeno el Niño en el cual señala que se produjo un Fenómeno El niño moderado, lo cual produjo fuertes caudales registrando esa anomalía, también se puede notar la gran cantidad de datos faltantes entre los años 1975 a 1991



**Figura3.6 Caudales diarios registrados en el Canal Chipillico**

Fuente: Elaboración Propia

### Estación hidrométrica Canal Yuscay

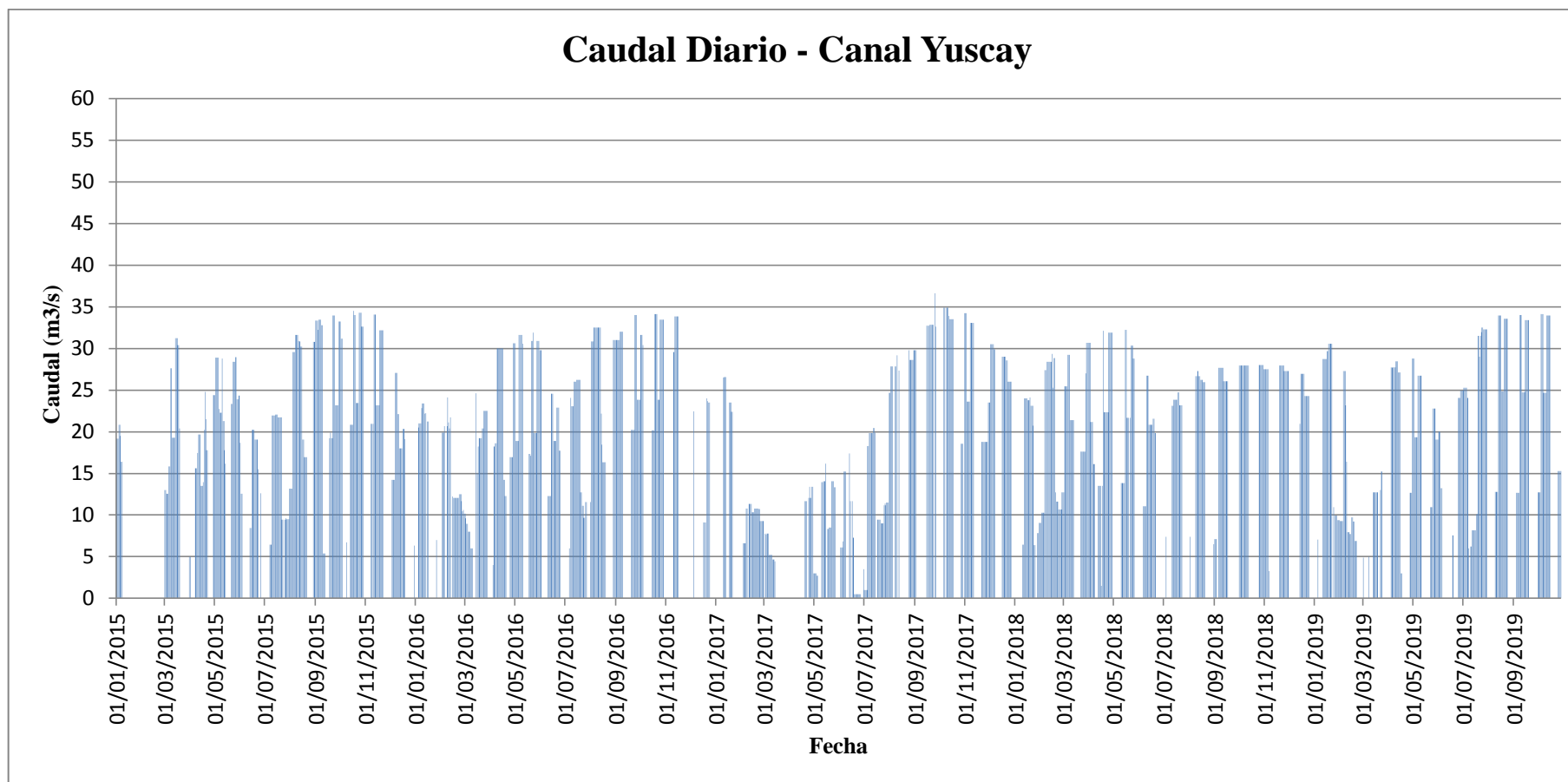
En la estación Canal Yuscay, en el Sistema de información de Recursos hídricos encontramos datos de los caudales desde 2015 al 2018, con datos faltantes en el mes de febrero del año 2015

**Tabla 3. 7** Caudales Registrados en la Estación Canal

Estacion Hidrometrica CANAL YUSCAY													
Longitud		-80.2											
Latitud		-4.66666667											
CAUDALES m³/s													
AÑO	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Octubre	Nov.	Dic.	MAX
2015	20.85		31.23	24.8	28.94	20.2	22.07	31.62	33.9	34.54	34.07	27.1	
2016	23.38	24.1	24.6	30.63	31.91	29.8	26.24	32.5	33.9	34.1	33.86	24	34.1
2017	26.59	11.4	7.78	13.38	31.91	29.8	24.66	29.8	36.7	34.9	34.26	30.5	36.65
2018	24.13	29.3	30.65	32.12	32.23	26.71	24.71	29.8	27.7	34.9	34.26	27	34.9
2019	30.55	27.3	15.24	28.78	28.78	24.96	33.93	33.931	34	34.14			34.14
N° De Datos	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
MAX	30.55	29.3	31.23	32.12	32.23	29.8	33.93	33.931	36.7	34.9	34.26	30.5	36.65

Fuente :Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos

En la figura siguiente se puede observar los caudales diarios registrados en el canal Yuscay, y se puede notar un caudal promedio máximo de 34 m<sup>3</sup>/s registrado en estos últimos 4 años.



**Figura3.7 Caudales diarios registrados en el Canal Yuscay**  
 Fuente: Elaboración Propia



### Estación hidrométrica Pardo de Zela

En la estación Pardo de Zela, en el Sistema de información de Recursos Hídricos encontramos datos de los caudales desde 1966 a 1984, con datos faltantes en algunos meses como en marzo a mayo del 1973 y datos faltantes en 1983 desde abril hasta diciembre

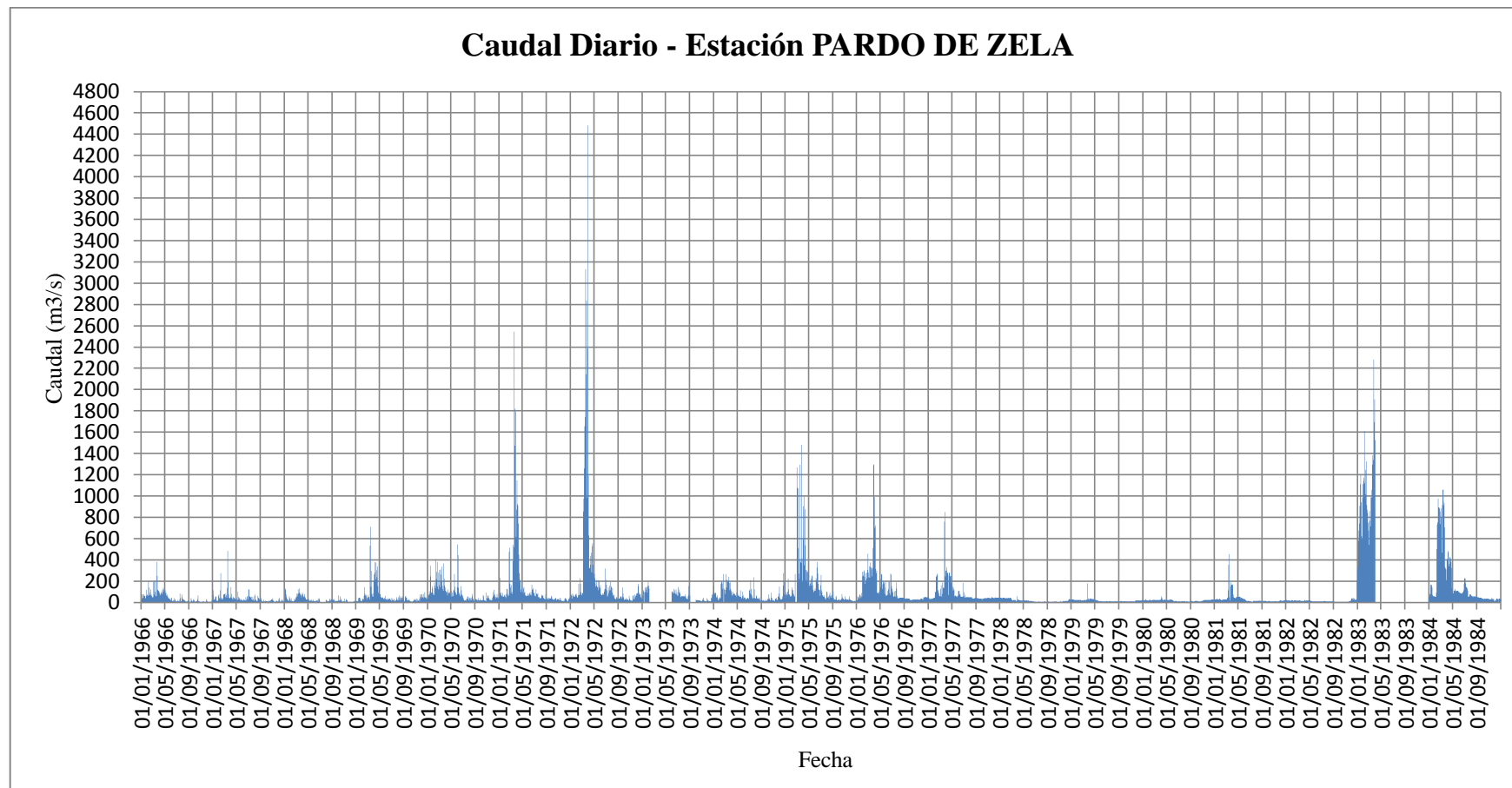
**Tabla 3. 8** Caudales Registrados en la Estación Pardo de Zela

Estación Hidrométrica PARDO DE ZELA													
Longitud		-80.23333333											
Latitud		-4.66666667											
CAUDALES m³/s													
AÑO	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep.	Oct	Nov.	Dic.	MAX
1966	117.4	194.8	378.97	135.23	113.21	44.09	84.86	35.94	41.4	65.74	29.28	23.2	378.97
1967	111.69	275.9	483.58	142.84	100.8	63.36	128.4	73.05	40.28	27.5	39.83	46.02	483.58
1968	132.95	49.77	130.43	90.65	37.41	40.06		36.08	30.28	67.1	37.42	15.44	132.95
1969	43.08	146.2	710.41	377.41	77.06	40.45	49.53	65.87	58.25	30.13	74.68	95.28	710.41
1970	342.44	404.4	364.74	138.39	266.07	546.47	58.37	77.89	37.79	90.18	63.99	117.1	546.47
1971	232.41	513.2	2545.2	1145.2	146.41	164.28	123.3	73.53	60.26	42.6	41.98	49.92	2545.2
1972	82.73	227.1	4483.03	853.32	271.72	316.41	190	135.73	140.9	61.7	73.88	174.8	4483.03
1973	192.78	174.4				124.82	143.5	153.28		25.62	45.28	152.9	192.78
1974	154.93	268	266.51	99.49	115.64	63.91	235.4	66.46	26	92.1	81.16	274.6	274.57
1975	220.95	266.7	1482.87	994.97	254.05	378.13	256.7	102.68	103.3	80.67	56.85	19.23	1482.87
1976	287.2	458.5	1300	730.36	264.35	272.32	185.9	44.49	38.27	28.5	35.02	54.58	1300
1977	47	268.5	848.33	331.58	147.51	182.71	89.44	47.98	42.23	40.58	49.46	46.8	848.33
1978	45.39	44.97	56.12	26.61	22.85	15.5	8.13	8.83	8.5	7.73	14.03	30.8	56.12
1979	27.33	24.2	177.69	35.8	24	12	14.3	15.53	13.8	10.66	20	21.02	177.69
1980	30.44	24.78	24.25	57.07	28.42	19.7	12.33	11.59	15.03	14.19	22.43	26.72	57.07
1981	34.08	30.52	455.55	168.57	52.4	32.51	14.59	16.35	13.9	11.72	12.79	20.39	455.55
1982	21.21	20.41	18.41	21.61	16.69	11.14	11.73	9.38	7.49	4.8	40.87	288.2	288.18
1983	1197.2	1612	2282.03										2282.03
1984	168	977	1059	483	126	186	229	70	50	37	43	37	1059
Nº De Datos	19	19	18	17	17	18	17	18	17	18	18	18	19
MAX	1197.2	1612	4483.03	1145.2	271.72	546.47	256.7	153.28	140.9	92.1	81.16	288.2	4483.03

Fuente :Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos

En la figura siguiente se puede observar los caudales diarios registrados en el Pardo de Zela, y se puede notar un pico alto en el año 1971, 1972 y 1983 en el cual el Comité Multisectorial encargado del estudio nacional del Fenómeno El Niño en el cual señala que se produjo un Fenómeno El niño extraordinario 1982 a 1983, lo cual produjo fuertes caudales registrando esa anomalía

En la página del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos solo se encuentran disponibles los datos hasta el año 1984 porque dejó de funcionar el instrumento en esta estación



**Figura 3.8 Caudales diarios registrados en la Estación Pardo de Zela**  
Fuente: Elaboración Propia

### Estación hidrométrica Lagartera

En la estación Lagartera, en el Sistema de información de Recursos Hídricos encontramos datos de los caudales desde 2015 a 2017, con datos faltantes en algunos meses como en febrero del 2015 y diciembre del 2017.

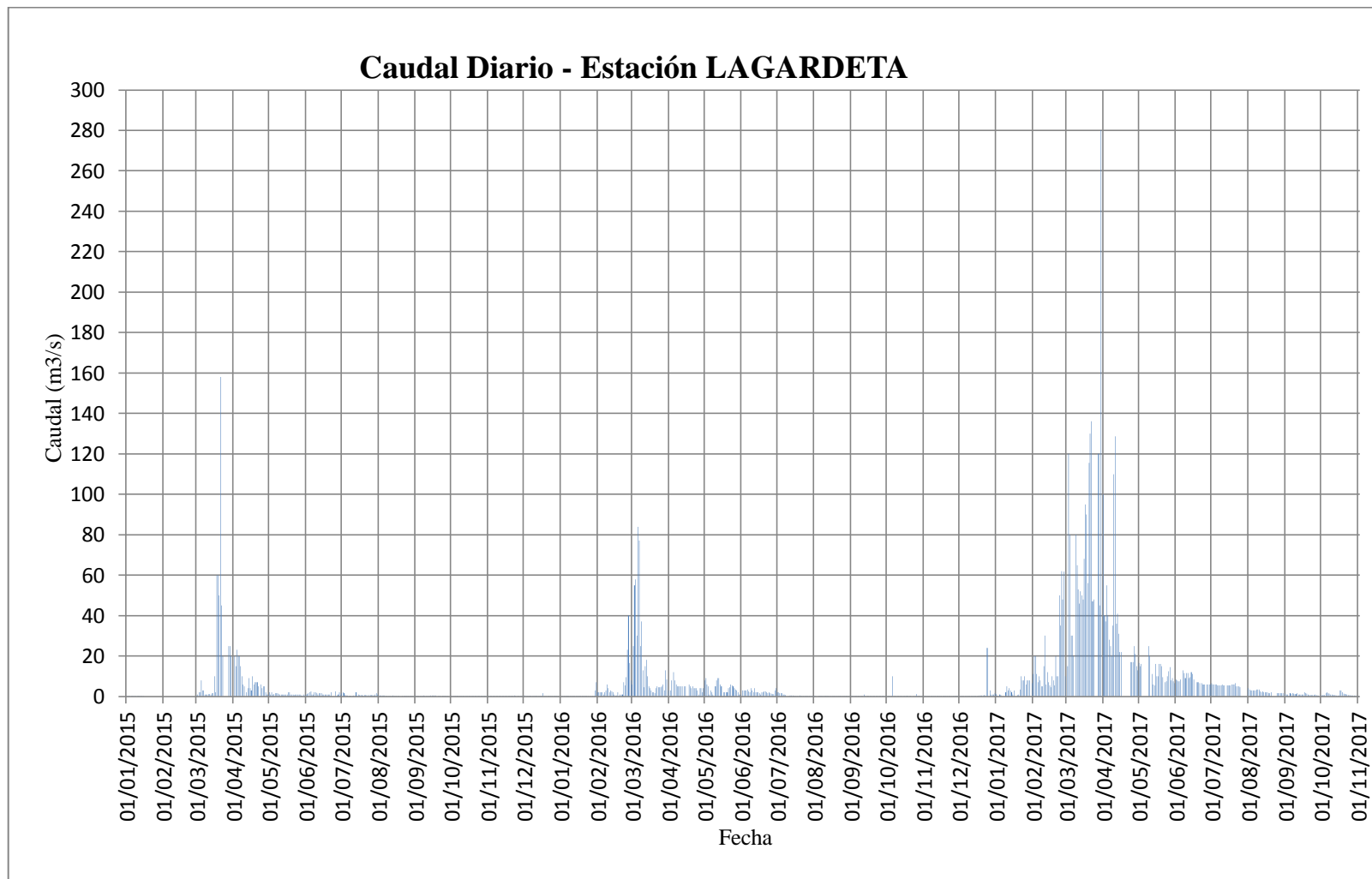
**Tabla 3. 9** Caudales Registrados en la Estación Lagartera

Estación Hidrométrica LAGARDETA													
Longitud		-80.06666667											
Longitud		-4.73333333											
Caudales m³/s													
AÑO	En	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep.	Oct	Nov.	Dic.	MAX
2015	0.2		158	23	2	2.5	2	0.5	0.5	0.3	0.5	1.5	158
2016	7	40	84	12	25	4	2	0.1	0.5	10	0.1	24	84
2017	10	62	280	129	25	13	6.56	4	2	3	0.3		280
Nº De Datos	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
MAX	10	62	280	129	25	13	6.56	4	2	10	0.5	24	280

Fuente :Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos

En la figura siguiente se puede observar los caudales diarios registrados en la estación Lagardeta, y se puede notar un pico alto en el 2017 en el cual ocurrió un Fenómeno El niño, lo cual produjo fuertes caudales.

En la página del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos solo se encuentran disponibles los datos hasta el año 2017 por problemas técnicos del instrumento en esta estación



**Figura 3.9 Caudales diarios registrados en la Estación Lagardeta**  
Fuente: Elaboración Propia

El área de estudio se encuentra situada en parte norte del territorio peruano y su ubicación geográfica, demarcación hidrográfica, demarcación política y administrativa es la siguiente:

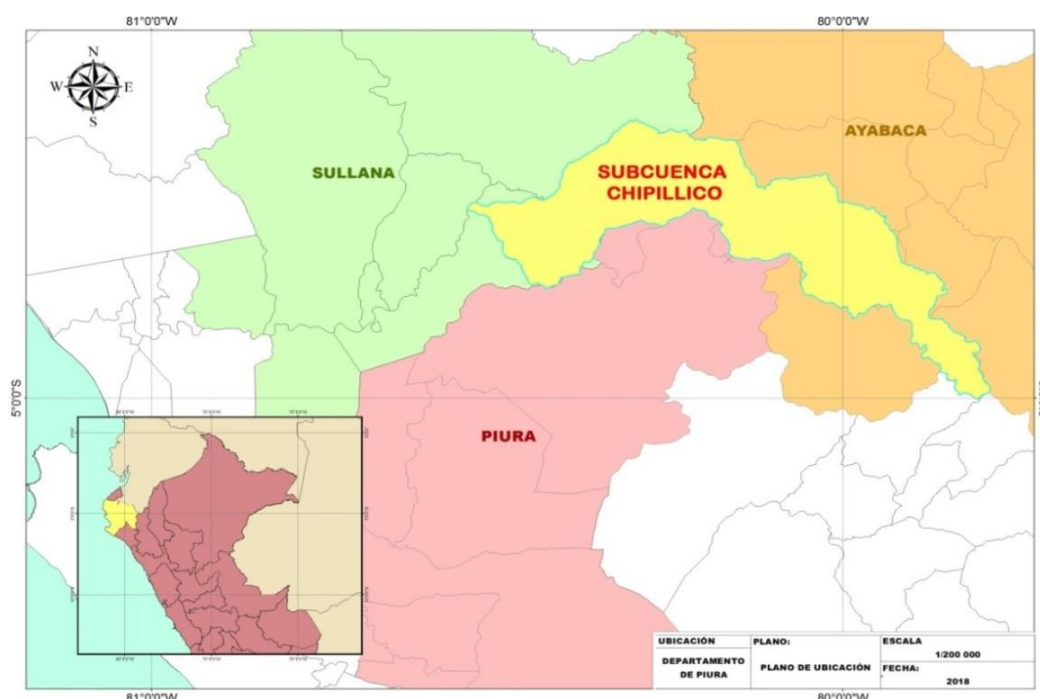
### 3.2.3. Ubicación Geográfica.

La Subcuenca Chipillico se ubica en el departamento de Piura y comprende a las provincias de Piura, Ayabaca y Sullana.

Geográficamente está ubicado entre los paralelos 4°28' y 5° 0' de Latitud Sur y entre los meridianos 79° 46' y 80°33' de longitud oeste de Greenwich.

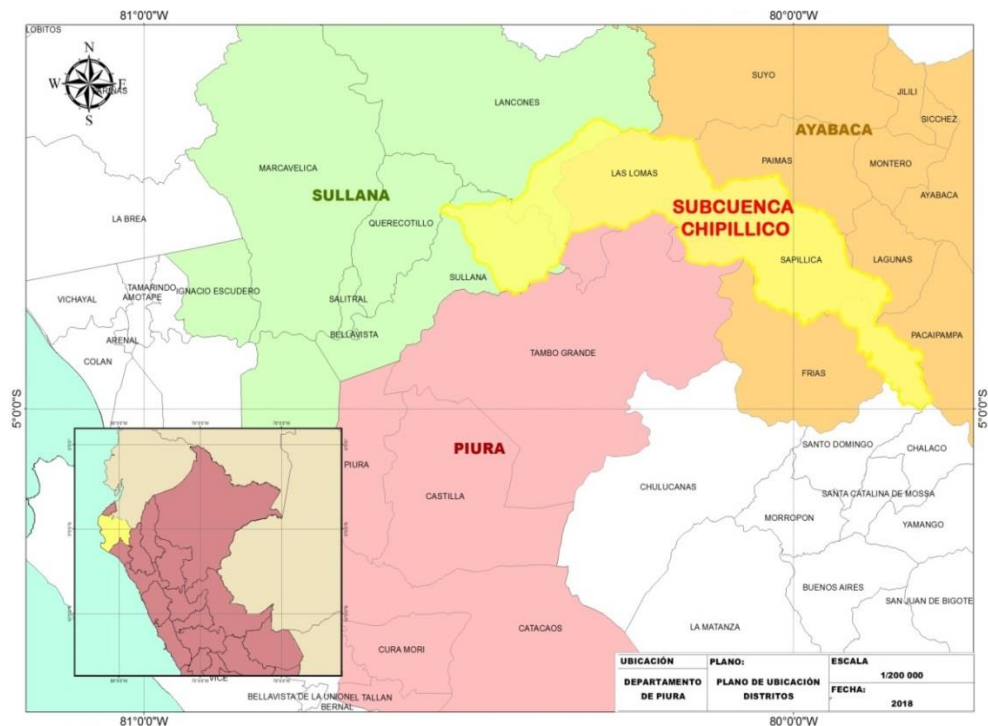
### 3.2.4. Demarcación Política

Políticamente la subcuenca se encuentra en la jurisdicción del departamento de Piura y abarca tres provincias y seis distritos, los mismos que se aprecian en la figura 3.10 a nivel provincial, en el figura 3.11, a nivel distrital; asimismo, se detalla los distritos y provincias en el tabla 3.10.



**Figura 3.10 Plano de ubicación a nivel Provincial de la SubCuenca Chipillico**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.11 Plano de ubicación a nivel Distrital de la SubCuenca Chipillico**  
Fuente: elaboración propia

**Tabla 3.10** Demarcación política de la SubCuenca Chipillico

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
PIURA	Piura	Las Lomas
	Sullana	Sullana
		Lancones
	Ayabaca	Frias
		Sapillica
		Lagunas

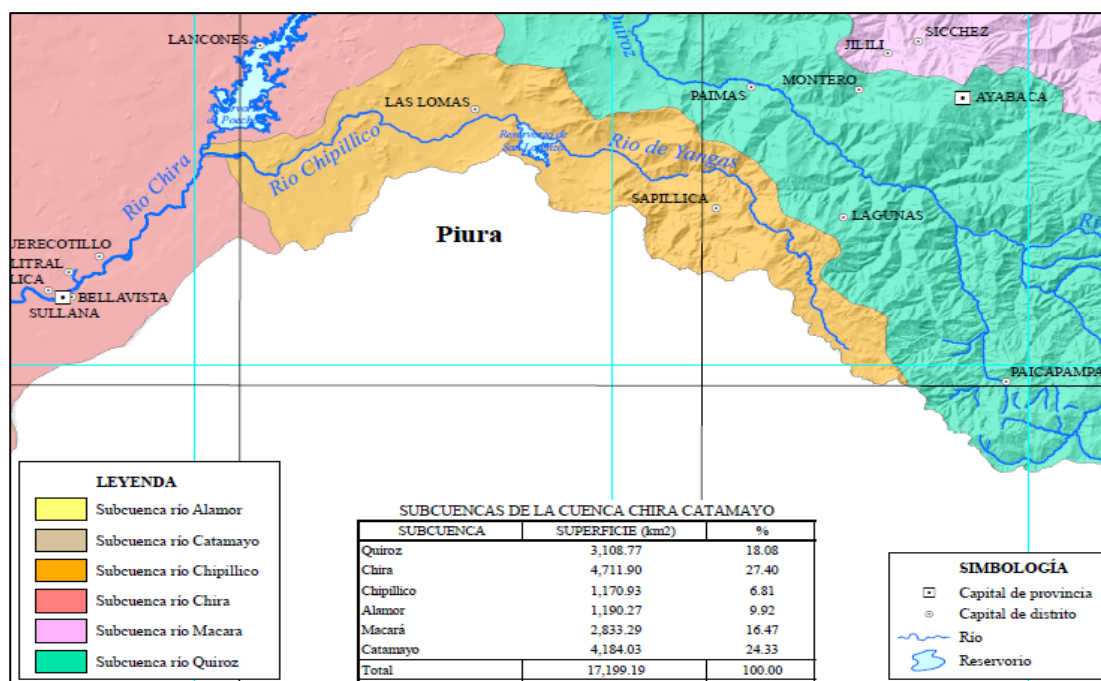
Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.5. Demarcación Hidrográfica

La Subcuenca de estudio pertenece a la cuenca Binacional Chira-Catamayo tiene como límites:

- Por el Norte : subCuenca del Río Quiroz
- Por el Este : subCuenca del Río Quiroz
- Por el Sur : Piura
- Por el Oeste : sub Cuenca del Río Chira

Como podemos observar en la figura a continuación:



**Figura3.12 Mapa de subcuencas Chira – Catamayo**

Fuente Mapa de subcuencas Chira – Catamayo (Instituto Geológico minero y Metalúrgico, 2009)

### 3.2.6. Accesibilidad – vías de comunicación

Las principales carreteras de acceso hacia la subcuenca de estudio es la red vial nacional asfaltada y de una vía:

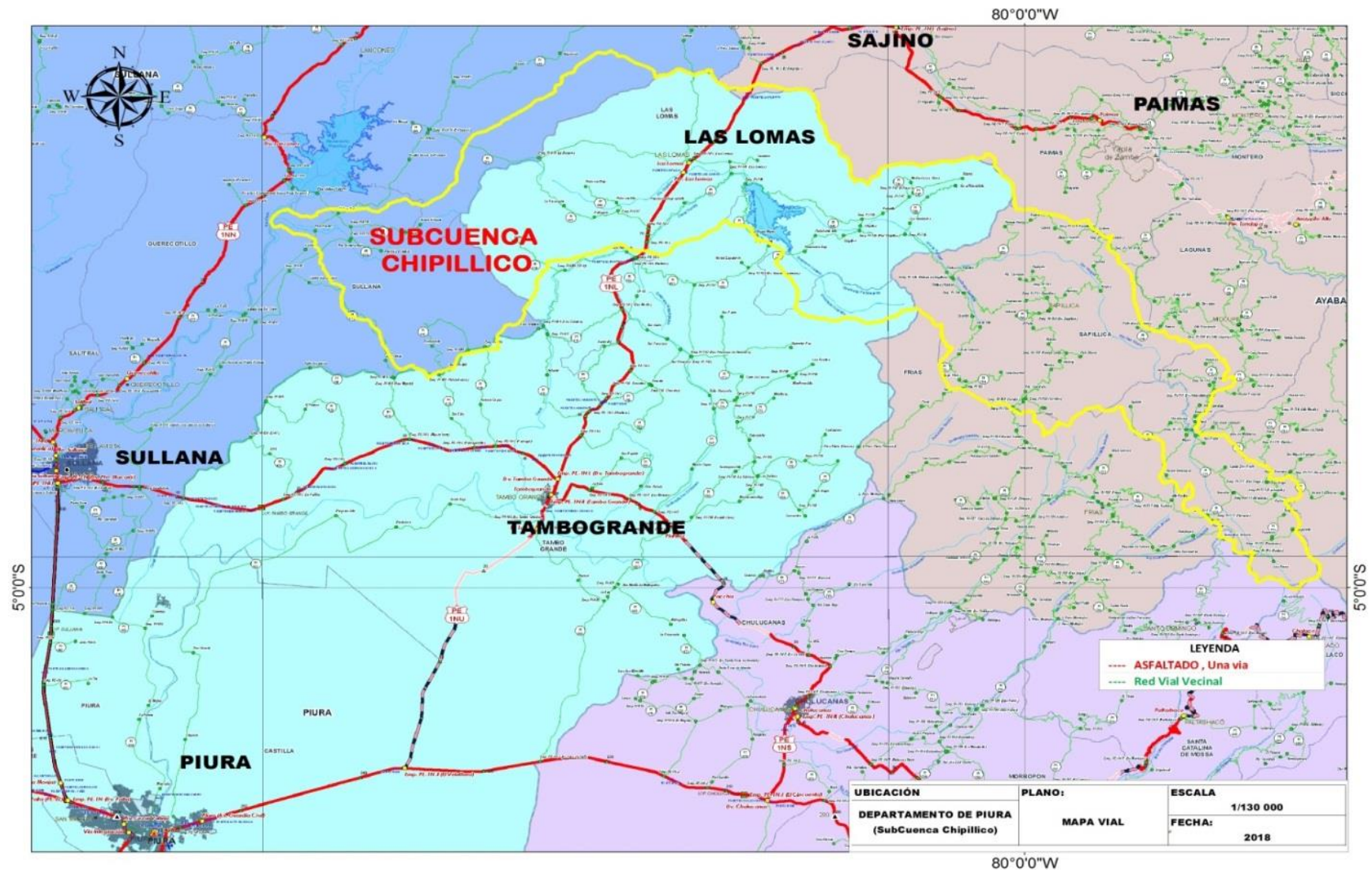
- Noreste: Provincia de Paimas - Centro Poblado de Sajinos- Distrito de Las Lomas.
- Sureste: Provincia de Piura - Distrito de Tambogrande - Distrito de Las Lomas.
- Sureste: Provincia de Sullana - Distrito de Tambogrande - Distrito de Las Lomas.

Existen también carreteras consideradas de red vial vecinal trochas carrozables y carreteras afirmadas que conecta los distintos sectores y centros poblados en la subcuenca Chipillico.

Recientemente se construyó la vía asfaltada que comprende desde la zona urbana de Las Lomas hasta el centro poblado de Chipillico, incluyendo Las Palmeras, Las Peñitas, Pampa Elera baja y Pampa Elera Alta.

En la figura 3.13 Se muestran las vías de comunicación que enlazan los distritos y centro poblados ubicados dentro de la sub cuenca.





**Figura3.13 Mapa Vial de la Subcuenca Chipillico**

Fuente: Modificado de Mapa vial de Piura (ministerio de transportes y Comunicaciones, 2017)



### 3.2.7. Población

La subcuenca Chipillico, está compuesta por los distritos de Frías, Lagunas y Sapollica, de la provincia de Ayabaca; el distrito de Las Lomas de la provincia de Piura; y los distritos de Lancones y Sullana de la provincia de Sullana. Siendo sus distritos más importantes Las Lomas y Sapollica

En la tabla 3.11 nos muestra el volumen de población de cada uno de los distritos de la subcuenca,

**Tabla 3. 11** Población de los distritos de la zona de estudio

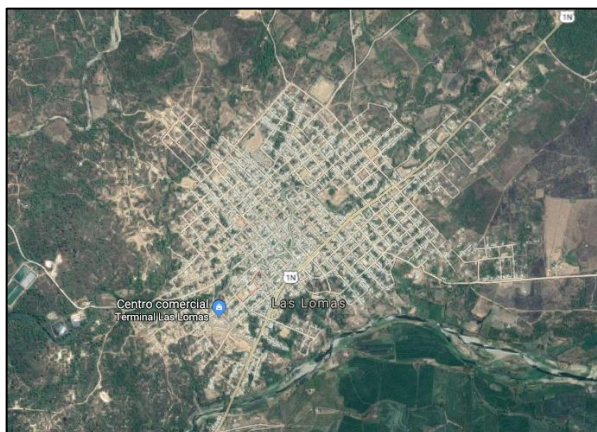
<b>Distrito</b>	<b>Población absoluta</b>
Las Lomas	26 947
Sullana	169 335
Lancones	12 119
Frias	19 896
Sapollica	10 510
Lagunas	5734

Fuente: INEI, Censos Nacionales 2017, XII de Población, VII de Vivienda y III de comunidades indígenas (2017)

- **Zona urbanas**

Constituido por todas las ciudades representativas en la sub cuenca Chipillico

- Centros poblados urbanos como: Las Lomas, Chipillico y Sapollica.



**Figura3.14** Área urbana de la ciudad de Las Lomas.

Fuente: Google Maps( 2019)



**Figura3.15 Área urbana de la ciudad de Las Lomas.**  
Fuente: Google Maps (2019)

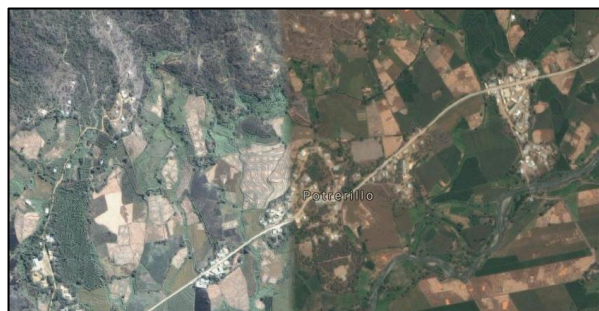


**Figura3.16 Área urbana de la ciudad de Sapillica**  
Fuente: Google Maps (2019)

- Los Centro poblados Rurales: Pampa Elera Alta y Potrerillo



**Figura3.17 Área urbana del Centro Poblado Pampa Elera Alta**  
Fuente: Google Maps( 2019)



**Figura3.18 Área urbana del Centro Poblado Potrerillo**  
Fuente: Google Maps (2019)

### 3.2.8. Servicios básicos

El acceso limitado de los servicios de saneamiento básico perjudica la calidad de la población, vital para mantenerse y producir.

Se podría decir que las poblaciones de la zona alta de la subcuenca del Chipillico se encuentran en deplorables condiciones básicas para desarrollar su capital humano a cabalidad.

Hay muchas carencias en bienes públicos que deberían ser afrontadas por las dependencias del Estado, incluyendo los gobiernos locales a fin de generar las condiciones para despegar dinámicas locales que permitan una lenta acumulación de activos públicos.

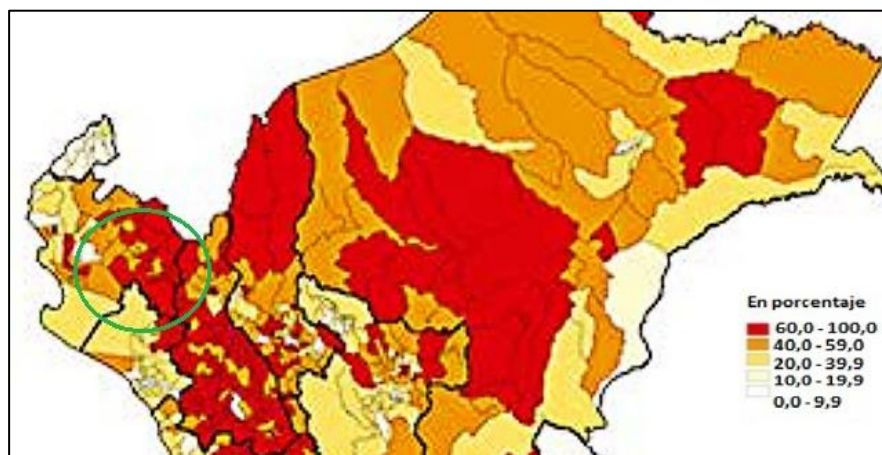
**Tabla 3. 12** Indicadores básicos de las viviendas por distritos

SERVICIOS BASICOS				
DISTRITO	TOTAL viviendas	Pobl. Sin agua todos los días	No dispone de Alumbrado eléctrico por red pública	Red pública de desagüe dentro de viv.
Las Lomas	34033	3270	4742	1131
Sullana	581230	125809	12859	141049
Lancones	15686	6546	3321	480
Frias	24849	107	6304	1939
Sapillica	13042	1491	5222	799
Lagunas	7023	146	2454	260

Fuente: Censos Nacionales 2017, XII de Población, VII de Vivienda y III de comunidades indígenas (2017)

### 3.2.9. Pobreza

El problema de la pobreza se desprende del desabastecimiento de servicios básicos y servicios públicos, y ciertos activos intangibles que dificultan el incremento de las capacidades de la población. En la figura siguiente podemos notar que existen los 3 niveles de pobreza, en la parte baja se ubican el nivel menos pobre, en la intermedia pobre y en la zona alta de la Subcuenca muy pobre.



**Figura 3.19** Incidencia de la pobreza total, según distrito

Fuente: Mapa de Pobreza Provincial y Distrital, (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2013)

### 3.2.10. Empleo

El Censo del 2017, nos permite realizar un diagnóstico de la participación económica de la subcuenca clasificando a la población como económicamente activa (PEA) en ocupada y desocupada, y la no económicamente activa la población total a partir de los 14 años

**Tabla 3. 13** Diagnostico de la Población de la zona de estudio.

DISTRITO	POBLACIÓN TOTAL	PEA TOTAL	PEA OCUPADA	PEA DESOCUPADA	NO PEA
Las Lomas	18 707	8 566	8 124	442	10,141
Sullana	124 959	70 277	66 067	4 210	54 682
Lancones	8 877	3 535	3,034	501	5,342
Frias	13 101	4 488	4,353	135	8,613
Sapillica	6 545	2 225	1 769	456	4 320
Lagunas	3 525	724	649	75	2,801

Fuente: Censos Nacionales 2017, XII de Población, VII de Vivienda y III de comunidades indígenas (2017)

El comercio de la actividad agropecuaria en la sub cuenca de Estudio clasifica en la siguiente tabla:

**Tabla 3. 14** Comercio Agropecuario

COMERCIO	
PRODUCE Y COMERCIA: producidos en la subcuenca y comercializados en ella	Trigo, cebada, papa ,olluco , oca, limón, melón, papaya, café, ajos, arroz, menestras(Arvejas y habas principalmente), maíz, ganado (incluye ganado vacuno, equino y ovino y aves de corral) derivados de la caña de azucar, harinas de trigo y maíz
COMPRA Y COMERCIA producidos fuera de la subcuenca y comercializados en ella	Abarrotes, verduras, hortalizas, menestras, pescado, arroz, frutas, keroses, ropa, telas, lana, zapatos, respuestos y partes de autos y camiones, materiales de construccion agroquimicos

Fuente: Plan de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca transfronteriza catamayo-chira, modificado (2011)

### 3.2.11. Infraestructura hidráulica Bocatoma Chipillico

Se ha construido en el cauce del río Chipillico, aguas arriba del reservorio San Lorenzo, en la intersección de las coordenadas UTM 598.022 Este y 9'479.225 Norte, a una altitud de 375 m s.n.m. Su función es captar las aguas provenientes del río Quiroz, que ingresan por la quebrada Totoral al río Chipillico, y que son designadas actualmente para cubrir la demanda de riego del Sector Chipillico, y años atrás al valle del Medio y Bajo Piura durante períodos de escasez.





**Figura 3.20 Bocatoma Chipillico**

Fuente: Fotografía Propia (2017)

### **Canal Chipillico**

El punto inicial de este canal se encuentra en la bocatoma del río Chipillico, en la confluencia de las coordenadas UTM– 9'479.225 y 9'477.217 Norte, 598.022 y 591.496 Este, a una altitud de 375 m s.n.m. Tiene una longitud de 7,30 km, sin contar el tramo de la quebrada Huachuma que brinda su cauce natural para conducir las aguas que nuevamente entran al canal hasta ser entregadas a la quebrada San Francisco en la cuenca del río Piura. Irriga aproximadamente 1.299,56 has, en el Sector Chipillico del Valle San Lorenzo

El canal se encuentra revestido hasta aproximadamente el km 5,0, a partir de este punto se ha aprovechado el cauce de una quebrada natural hasta la caída Huachuma, que es una estructura de concreto que salva un desnivel de 5,0 m , para seguir luego su curso sin revestir hasta el sifón de la quebrada Cerezal. A partir de este último punto el canal está revestido hasta la salida del túnel Pulache en el km 7,3.



**Figura 3.21 Canal Chipillico**

Fuente: Fotografía Propia (2017)

### **Represa y Reservorio San Lorenzo**

Es una estructura de almacenamiento de agua ubicada sobre el lecho del río Chipillico en el distrito Las Lomas, de la Provincia y departamento de Piura, en el lugar denominado Los Cocos cerrando un cañón natural formado por los cerros Beltrán y San Lorenzo, que permite el almacenamiento de los aportes de agua de la parte alta de las sub cuencas Chipillico y Quiroz (por derivación). Sus Coordenadas

UTM son: Inicio 9'482.750 Norte y Este 687.950; y de Final son: 9'477.150 Norte y 593.750 Este.



**Figura 3.22 Represa de San Lorenzo**

Fuente: Fotografía Propia (2017)

### **Canal Yuscay**

El canal Yuscay tiene por labor irrigar las tierras de la zona del mismo nombre, aproximadamente 5086,82 ha, y trasladar las aguas desde el reservorio San Lorenzo hasta la estructura “El Partidor” para la irrigación del resto del área agrícola del valle San Lorenzo y para abastecer en casos de emergencia el valle del Medio y Bajo Piura.



**Figura 3.23 Canal Yuscay**

Fuente: Fotografía Propia (2017)

### **Canal Tablazo**

Este canal comienza en “El Partidor” y después de atravesar 8 kilómetros de terreno plano de la cuenca del río Chipillico en dirección sureste, empieza a rodear el cerro El Ereo hasta el Km. 25, de donde sigue la divisoria entre las cuencas de los Ríos Chira y Piura. Sus coordenadas UTM son: de inicio 9'476.774 Norte y 580.051 Este; de fin 9'455.605 Norte y 543.940 Este, con cota de captación 173.84 m s.n.m.

Este canal es el más largo de todos los canales de la irrigación y colonización, teniendo una longitud de 65,56 kilómetros, llegando hasta una distancia de 15

kilómetros al Norte de la ciudad de Piura. Irriga 22263,40 ha de tierras denominadas "Tablazo" y Sullana.

Se han construido 259 estructuras en el canal principal que incluyen; tomas de laterales, toma de lote, controles de nivel, aliviaderos, caídas, colchones de agua, puentes de tráfico, alcantarillas y colectores de escorrentías.

#### **Planta de tratamiento de aguas superficiales y aguas residuales de las lomas**

El agua es captada del reservorio San Lorenzo y es conducida hasta una planta de tratamiento que actualmente se encuentra operativa con una capacidad de 17 L/s. tiene una estación de bombeo que eleva el agua a dos reservorios apoyados cuya capacidad son de 300 y 240 m<sup>3</sup>, para luego ser repartida a la red de agua. El sistema está bajo control de la Empresa Prestadora de Servicios Grau (EPS GRAU S.A)

### **3.3. METODOS Y PROCEDIMIENTOS**

Se desarrollará mediante el siguiente procedimiento:

- **Recolección bibliográfica:** En esta fase se consultará las bibliografías relacionadas con el tema a desarrollar, como libros, manuales, páginas web, y proyectos de tesis.
- **Trabajo en campo:** Después de determinar el área de la subCuenca Chipillico mediante las líneas de divertium acuarum se recorrerá los pueblos más representativos: Las Lomas, Chipillico y Sapillica, se tomará fotos y se consultará información en los municipios o instituciones de los pueblos mencionados.
- **Análisis de los datos tomados en campo y bibliográfica:** Se organizara la información tomada en campo y los datos obtenidos por la recopilación bibliográfica, se analizaran realizando cuadros y gráficos según sea necesario, logrando así conclusiones que permitirá soluciones.

### **3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS**

#### **3.4.1. Delimitación hidrográfica de la Subcuenca**

Primero tenemos que conocer la topografía de la zona de estudio por lo que las curvas de nivel se extrajeron de las cartas nacionales descargadas a través de la fuente del Instituto Geográfico Nacional del año 2018 descritas a continuación:

**Tabla 3. 15** Comercio Agropecuario

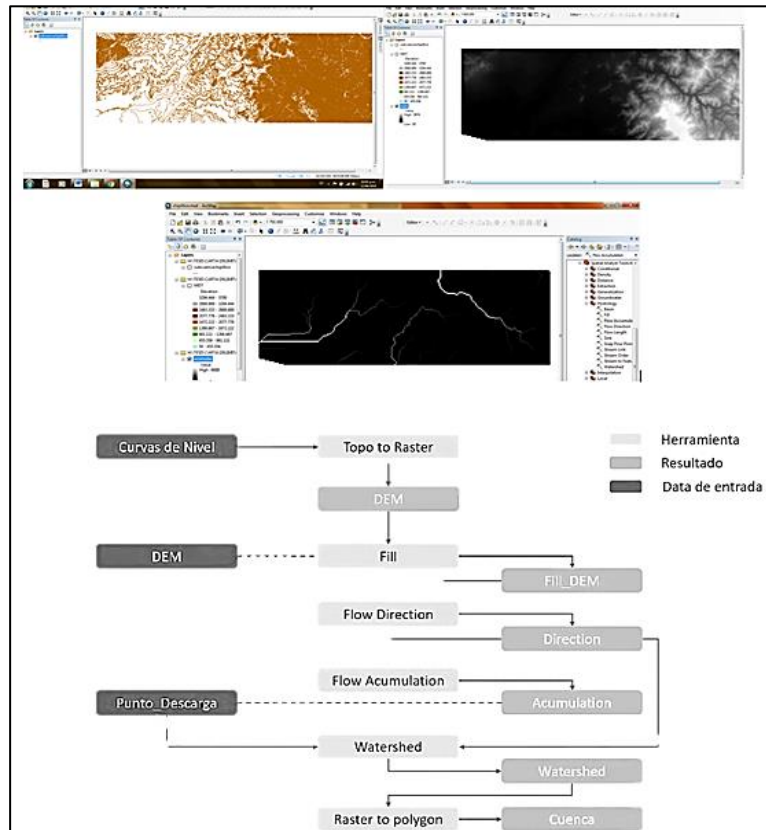
<b>Nombre</b>	<b>Código</b>	<b>Zona</b>	<b>Cuadrícula</b>	<b>Escala</b>	<b>Fuente</b>
Sullana	10- b	UTM	17	1/100 000	IGN-DC
Las Lomas	10-c	UTM	17	1/100 000	IGN-DC
Ayabaca	10-d	UTM	17	1/100 000	IGN-DC

Fuente: Elaboración Propia

Para delimitar la Subcuenca se realizaron los siguientes pasos:

- Importe las curvas al Programa ArcGIS
- Convertí las líneas a un modelo de elevación digital usando la herramienta "topo to raster".
- Usé las herramientas de hidrología, "Fill" la cual ayudo a llenar los espacios vacíos del modelo de elevación digital.

- Identifique la dirección de flujo de agua en base a la pendiente utilizando la herramienta “flow Direction”.
- Para ubicar el punto de desfogue utilice la herramienta “Flow accumulation”, la cual nos mostrará los cauces más representativos.
- Ubicamos el punto de desfogue, colocando las coordenadas y para poder generar la unidad hidrográfica en formato raster usé la herramienta “Watershed”, después se convierte en archivo de formato vectorial.



**Figura 3.24 Delimitación de Subcuenca Chipillico en Arcgis**

Fuente: Elaboración propia e imagen de google

### 3.4.2. Área de la sub Cuenca

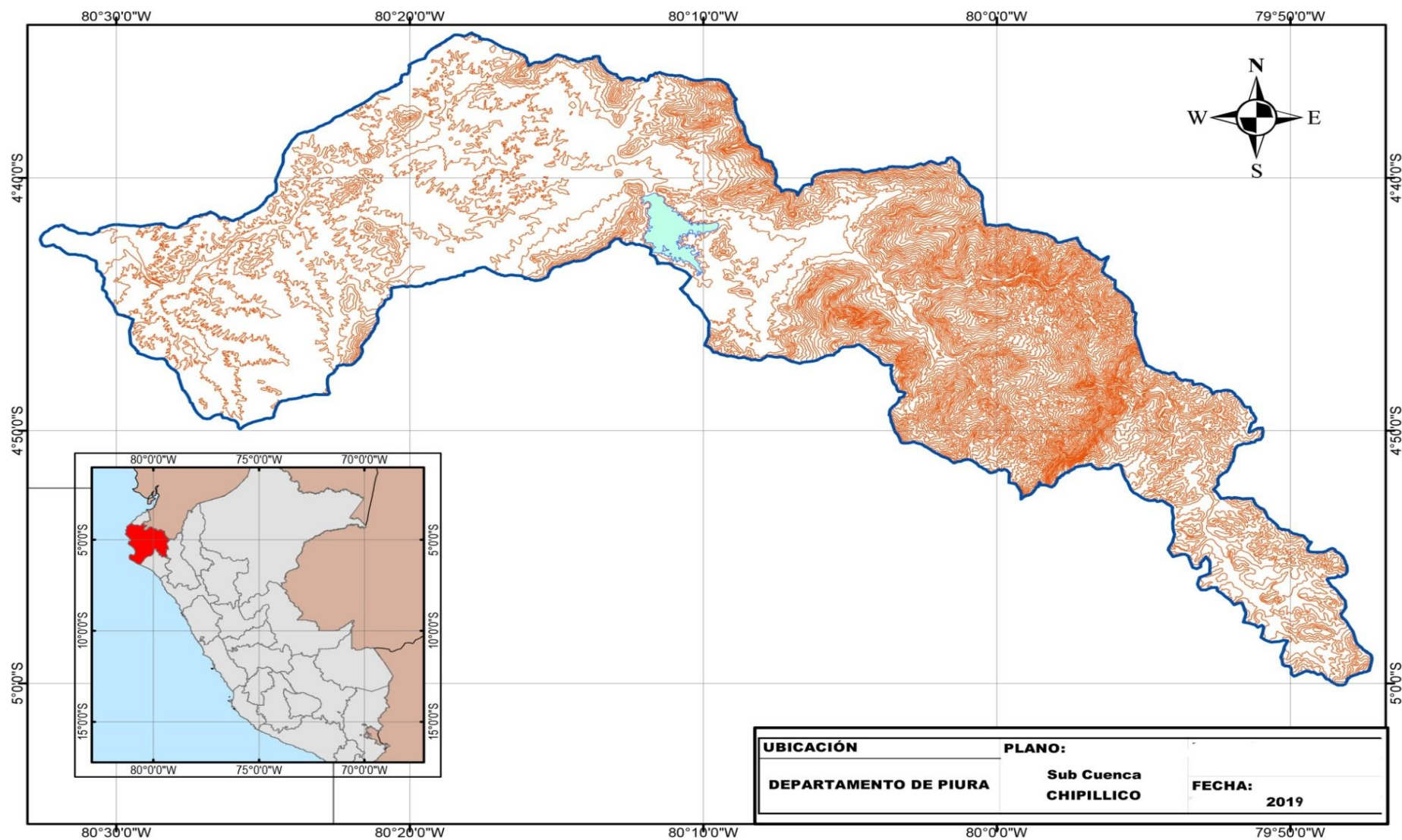
El área de la zona de estudio de la subcuenca Chipillico es de 1 170. 93 Km<sup>2</sup>.



**Figura 3.25 Área delimitada de Subcuenca Chipillico en ArcGIS**

Fuente: Elaboración Propia





**Figura 3.26 Curvas de nivel en la subCuenca Chipillico**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.3. Perímetro de la Cuenca (P)

Se refiere al borde de la forma de la Subcuenca Chipillio y la longitud es 266.2 Km

### 3.4.4. Forma de la sub Cuenca

Se procedió a obtener el ancho y largo de la subcuenca



**Figura 3.27 Ancho y Largo de la subCuenca Chipillico**

Fuente: Elaboración Propia

Luego se utiliza la Ecuación 1 y se reemplazan con los datos obtenidos:

B: ancho = 12.2 km

L: Longitud = 88.44 km

$$F = \frac{B}{L}$$

$$F = \frac{12.2 \text{ km}}{88.44 \text{ km}} = 0.13$$

F resulto 0.13, por lo que nos indica una aproximación a una forma geométrica en este caso F es menor a 1 entonces se considera una cuenca alargada según lo indica en el ítem: “*Forma de la cuenca*”. En el cual indica que existe poca tendencia a concentrar las intensidades de las lluvias.

### 3.4.5. Coeficiente de compacidad (Kc)

Aplicamos la Ecuación 2:

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot A}} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Dónde:

P: Perímetro de la cuenca, en Km. = 266.2 Km

A: Área de la cuenca, = 1 170. 93 Km<sup>2</sup>

$$Kc = 0.28 \frac{266.2}{\sqrt{1\,170.93}}$$

$$Kc = 2.18$$

### 3.4.6. Curva hipsométrica

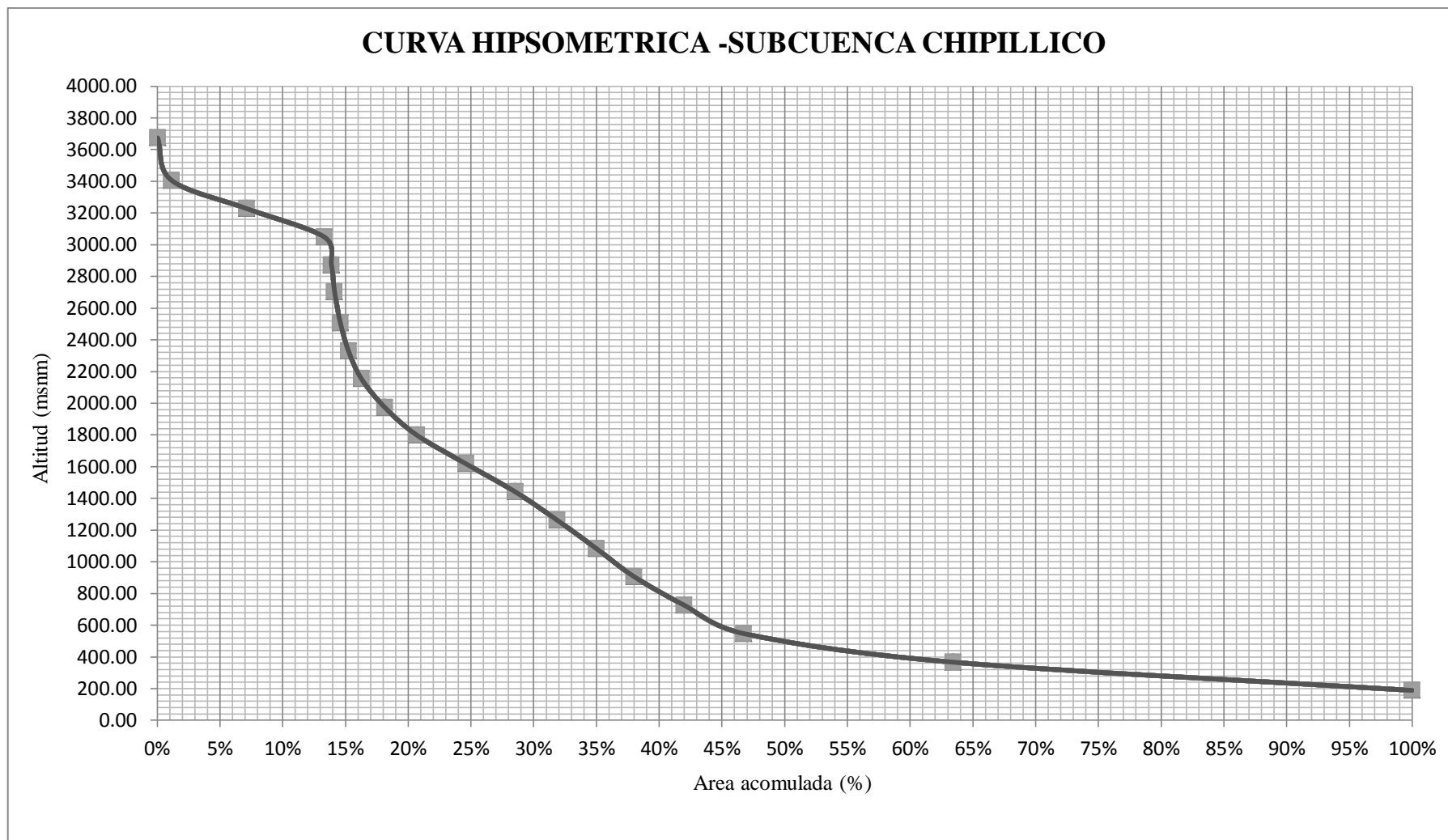
Del análisis hipsométrico realizado y presentado en la tabla 3.16 y Figura 3.28, se aprecia que del 18.16% de la superficie de la subcuenca se encuentra comprendida entre los 1887.61 msnm y 36774 msnm, que correspondería a la parte alta.

El 45.27% de la superficie de la subcuenca se distribuye entre 278.83 msnm y 1887.61 msnm que correspondería a la parte media. El 36.57% de la superficie del área de estudio se distribuye entre los 100 msnm y 277.38 msnm que correspondería a la parte baja.

**Tabla 3. 16** Distribución porcentual del área de la cuenca según rangos de altitud.

ALTITUD			AREA %	
Mínima	Máxima	Altura Promedio	Área	Área acumulada
100.00	277.38	188.69	36.57%	100.00%
278.83	454.08	366.45	16.68%	63.43%
459.04	634.87	546.96	4.77%	46.75%
639.20	814.49	726.84	3.96%	41.98%
821.72	989.25	905.48	3.02%	38.02%
995.48	1171.75	1083.62	3.10%	34.99%
1173.33	1350.00	1261.66	3.35%	31.89%
1352.48	1528.94	1440.71	3.94%	28.54%
1529.73	1706.78	1618.25	3.90%	24.60%
1711.89	1884.39	1798.14	2.55%	20.70%
1887.61	2056.67	1972.14	1.88%	18.16%
2069.02	2238.65	2153.83	1.03%	16.28%
2249.02	2409.57	2329.29	0.65%	15.25%
2440.77	2572.53	2506.65	0.46%	14.60%
2641.86	2763.99	2702.93	0.25%	14.14%
2786.27	2955.48	2870.88	0.57%	13.89%
2959.24	3137.66	3048.45	6.18%	13.32%
3138.70	3316.53	3227.62	5.99%	7.14%
3320.12	3492.30	3406.21	1.11%	1.15%
3674.00	3674.00	3674.00	0.04%	0.04%

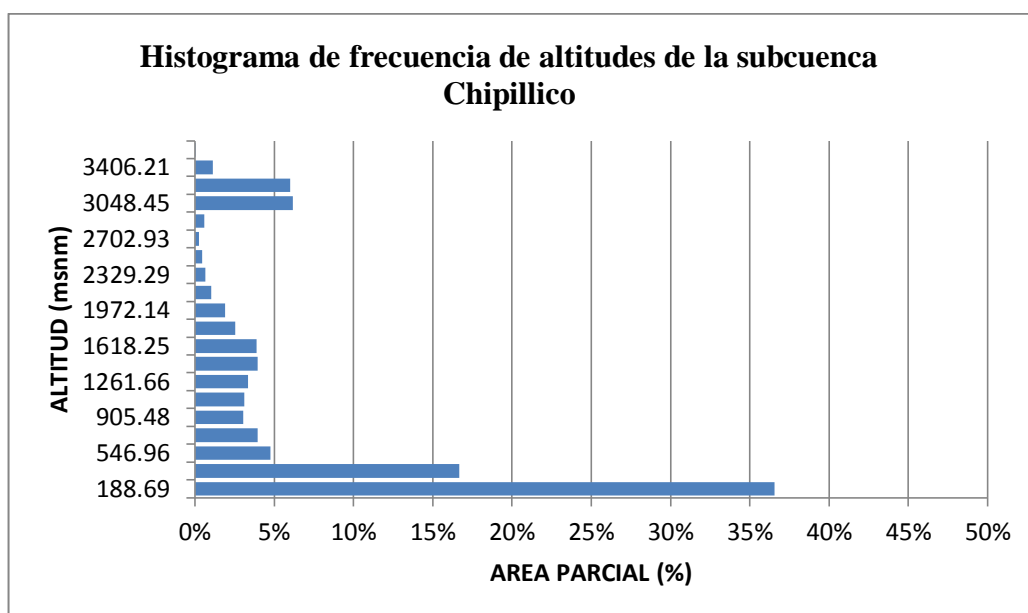
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 3.28 Curva hipsométrica subcuenca Chipillico**  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.7. Curva de Frecuencia de altitudes

La distribución gráfica del porcentaje de superficies ocupadas por diferentes rangos de altitud para la subcuenca del río Chipillico, se distingue en la Figura 3.29

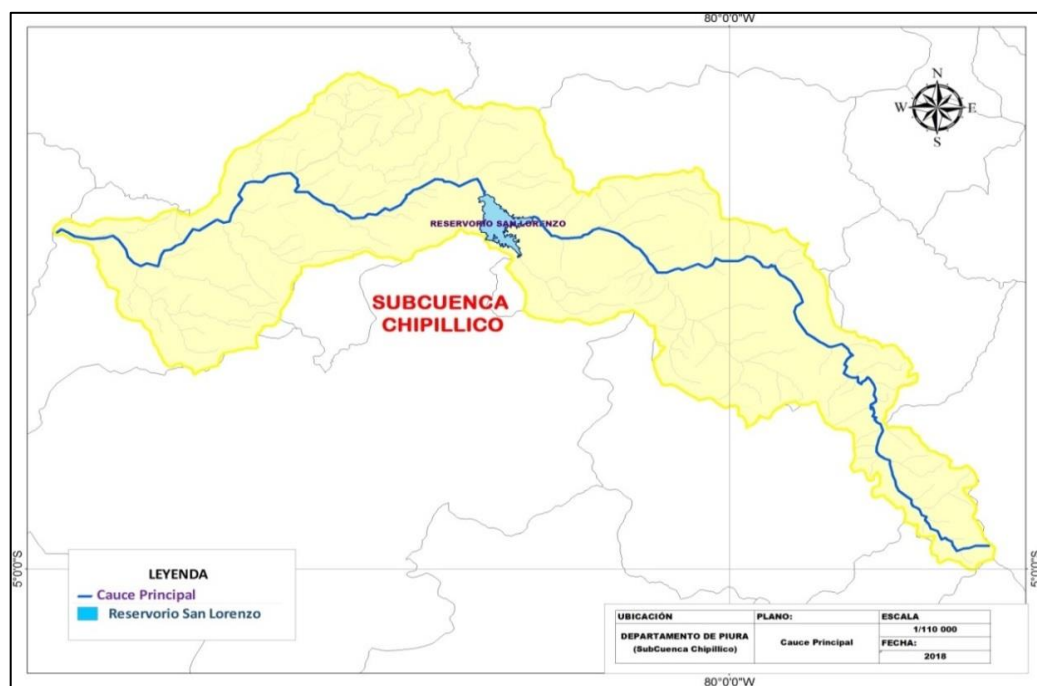


**Figura 3.29 Histograma de frecuencia de altitudes subcuenca Chipillico**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.8. Pendiente del cauce

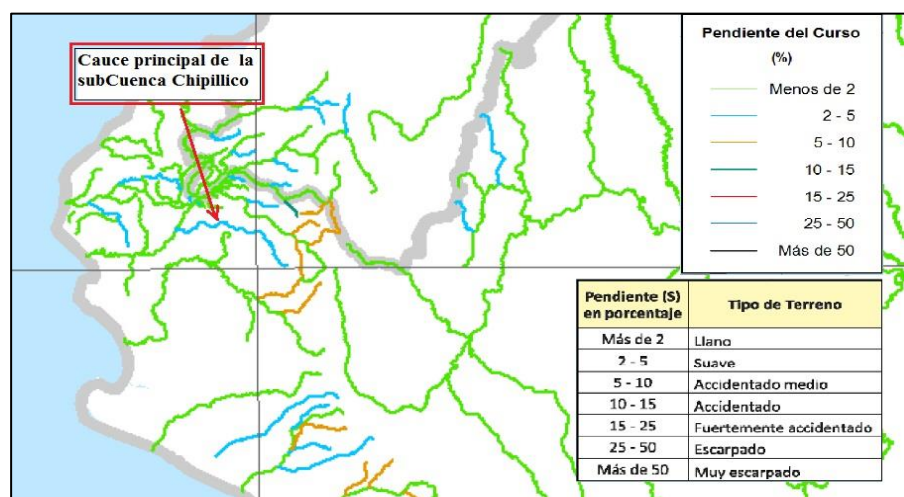
La pendiente del cauce es directa con la velocidad del flujo y por lo tanto su influencia en la forma del hidrograma es también importante. Se identificó el cauce principal de subcuenca Chipillico en la siguiente imagen:



**Figura 3.30 Cauce principal en la SubCuenca Chipillico**

Fuente: Elaboración Propia

La pendiente de la subcuenca se extrajo del documento “Caracterización hídrica y adecuación entre la oferta y la demanda en el ámbito de la cuenca binacional Catamayo – Chira” donde nos dice que la pendiente del cauce principal de la subcuenca Chipillico es 2.04%. Podemos verificar en la figura se encuentra en el rango de 2 -5 % por lo que se considera un terreno suave.

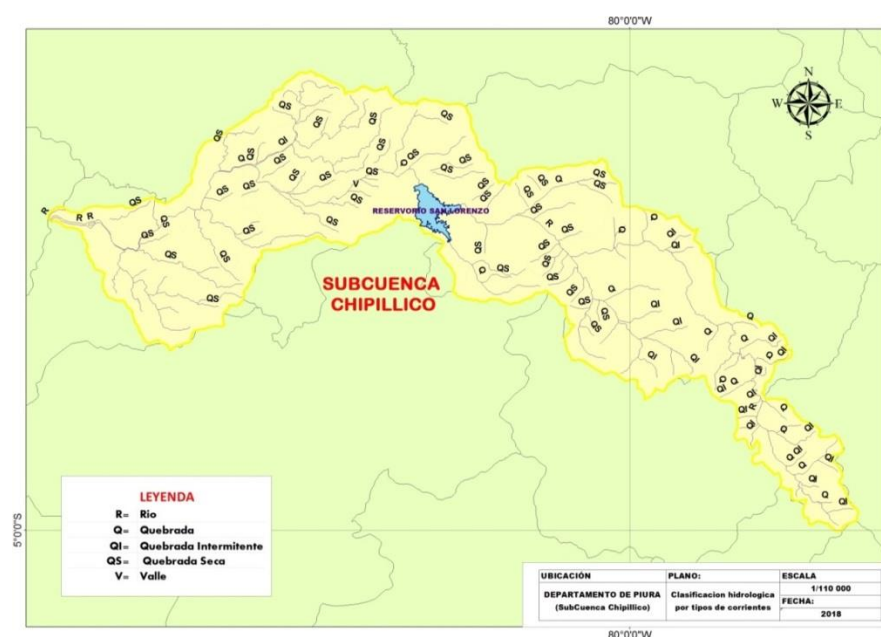


**Figura 3.31 Clasificación según su pendiente**

Fuente: codificación y clasificación de cursos de agua superficiales del Perú (Autoridad Nacional del Agua. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos , 2011)

### 3.4.9. Red de drenaje

Esta característica es muy importante porque así podremos identificar la regulación natural de la subcuenca de estudio, con qué facilidad el área evacua el exceso de agua producto de la precipitación. Según las trayectorias de los cauces dentro de la subcuenca Chipillico, podemos identificar los tipos de corrientes en la figura 3.32. Los ríos que son corrientes perennes que conducen agua todo el tiempo, luego están las corrientes intermitentes y las corrientes efímeras.



**Figura 3.32 Clasificación hidrológica por tipos de corrientes en la SubCuenca Chipillico**

Fuente: Elaboración Propia



### 3.4.9.1 Densidad de drenaje (Dd)

Para la densidad de drenaje usamos la Ecuación 6:

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Dónde:

$D_d$  = Densidad de drenaje

L = longitud total de las corrientes perennes o intermitentes en km

A = área total de la cuenca en  $Km^2$

La longitud total de las corrientes perennes es 494 km y como se dijo anteriormente el área total de la subcuenca es 1 170. 93  $Km^2$

Remplazamos en la ecuación:

$$D_d = \frac{494 \text{ km}}{1170.93 \text{ Km}^2} = 0.42 \frac{\text{Km}}{\text{km}^2}$$

Presenta una densidad baja de drenaje según la tabla 2.1 con una respuesta hidrológica no muy rápida al influjo de la precipitación.

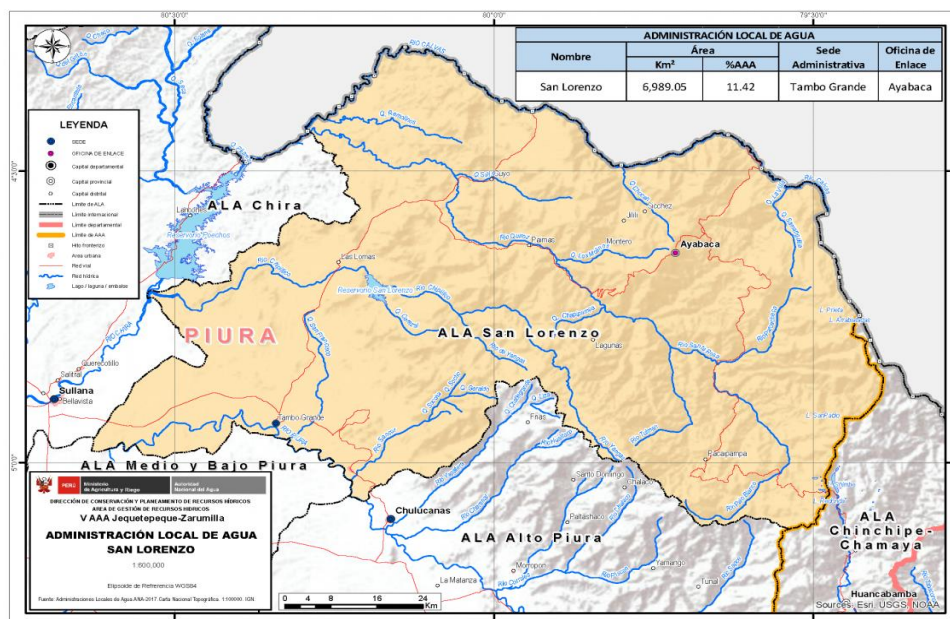
### 3.4.9.2 La Densidad de corriente (Dc)

Se aplica la ecuación 8:

$$D_c = \frac{N_c}{A} = \frac{101}{1170.93 \text{ Km}^2} = 0.086 \frac{\text{Cauces}}{\text{km}^2}$$

### 3.4.10. Recursos Hídricos Superficiales

Para proteger y aprovechar los recursos hídricos de las diferentes cuencas tenemos a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) organizados de manera descentralizada a través de las 14 Autoridades Administrativas de Agua (AAA), en el Cual la sub cuenca de estudio se encuentra en Autoridad Administrativa del Agua - Jequetepeque - Zarumilla y en respectivo ámbitos territorial en Administración Local del Agua San Lorenzo, su ámbito lo podemos observar en la Figura:



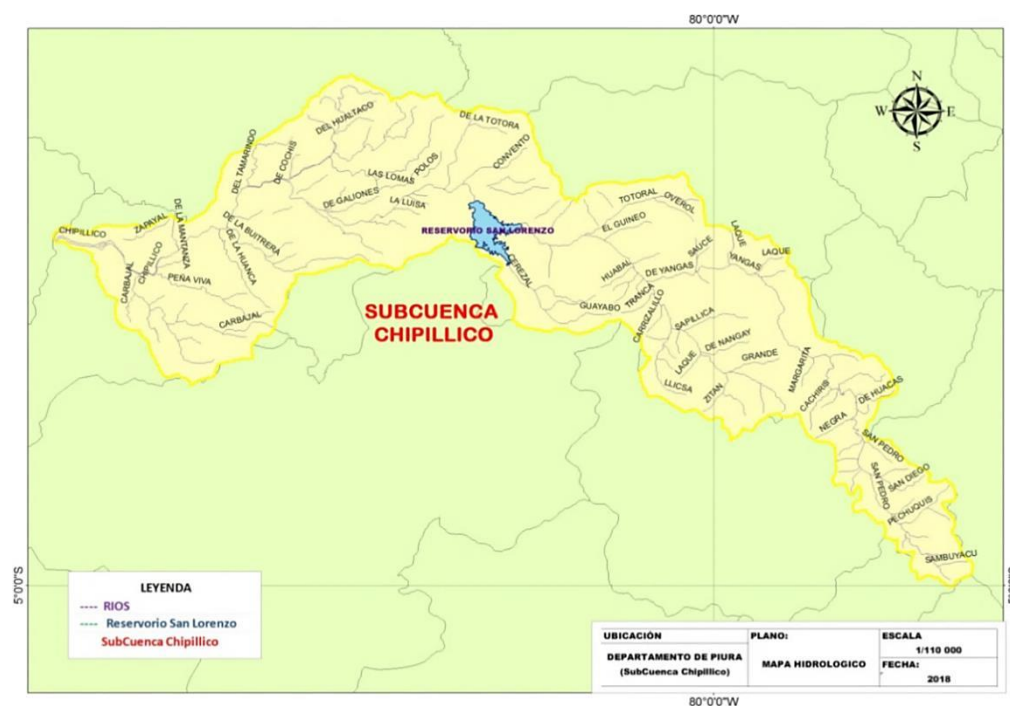
**Figura 3.33 Mapa Administración Local del Agua San Lorenzo**

Fuente Mapa Administración Local del Agua San Lorenzo (Administración Local del Agua- ANA - 2017)

La zona de estudio forma parte del sistema hídrico del río Chipillico, su cauce principal recorre en sentido este a oeste en la red hidrográfica Pacífico.

El río Chipillico nace en la parte alta con el río San Pedro posteriormente considerado como río Yungas, con la unión del río Timbes en este sector suman significativamente al Reservorio de San Lorenzo simultáneamente con la quebrada Cerezal que a su vez es alimentada por las quebradas Guayabo y Pariamarca.

Aguas abajo y por el otro lado, el río Chipillico es alimentado por las quebradas de Serranos, El Convento, Jaguar de Pavas, de Galiones, de Pichones, del Tamarindo, Zapayal en la margen derecha en tanto en la margen izquierda después del reservorio hay contribuciones de las quebradas como la Buitrera, La Hamaca, Peña Viva, Carvajal y otras de importancia, llegando al río Chira en la sección de 88 m.s.n.m.



**Figura 3.34 Mapa Hidrológico de la SubCuenca Chipillico**

Fuente: Elaboración Propia

El cauce principal de la subcuenca Chipillico se encuentra en la unidad hidrográfica 138 pertenece a la cuenca Chira es clasificada según en el 5to nivel.

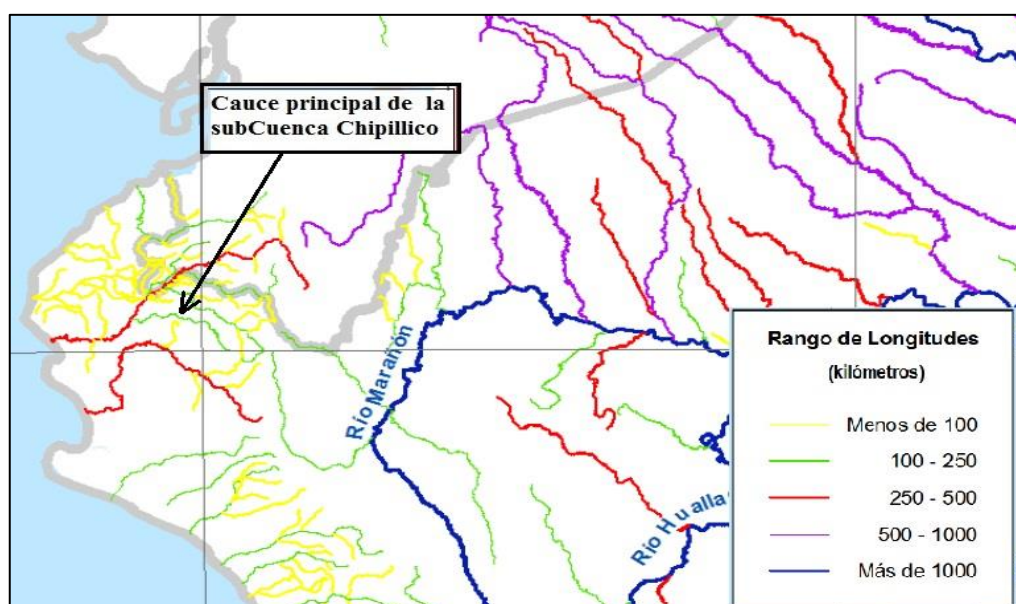
Según la codificación y clasificación de cursos de agua superficiales del Perú del ANA (figura 3.35), y según su longitud en el rango de 100 a 250 km (Figura 3.36)





**Figura 3.35 Clasificación según el nivel de jerarquía**

Fuente: codificación y clasificación de cursos de agua superficiales del Perú (Autoridad Nacional del Agua. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos , 2011)



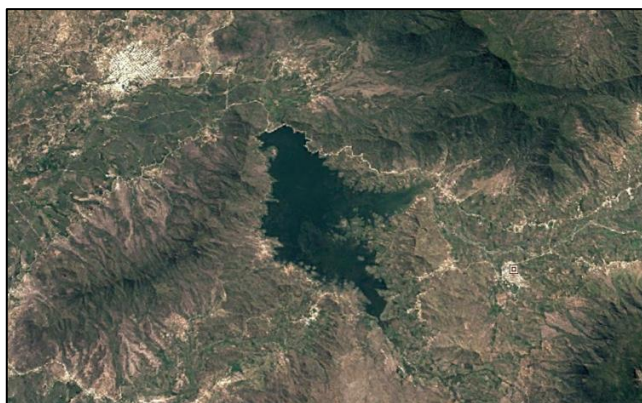
**Figura 3.36 Clasificación según la longitud**

Fuente: codificación y clasificación de cursos de agua superficiales del Perú (Autoridad Nacional del Agua. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos , 2011)

#### **Almacenamiento artificial – Reservorio San Lorenzo**

Existen déficits hídricos estacionales por lo que la construcción del reservorio San Lorenzo (ver Figura 3.37) que fue inaugurada en 1959 regula las descargas del Río Chipillico y las vertidas desde el Río Quiroz, reservan agua durante la etapa de avenidas, aumentando la disponibilidad de agua durante la etapa de estiaje, esta agua es empleada para irrigar áreas de cultivo del valle San Lorenzo, la que contempla, a través de los canales Yuscay Tablazo y Tejedore, a zonas agrícolas de la cuenca del río Chira y la cuenca del río Piura, en una área de 62 130,37 ha. Tiene régimen irregular.

Sin embargo, durante los períodos lluviosos como los acontecidos en el año 2017 su caudal incrementa e impacta en forma negativa a los pobladores de las zonas colindantes.

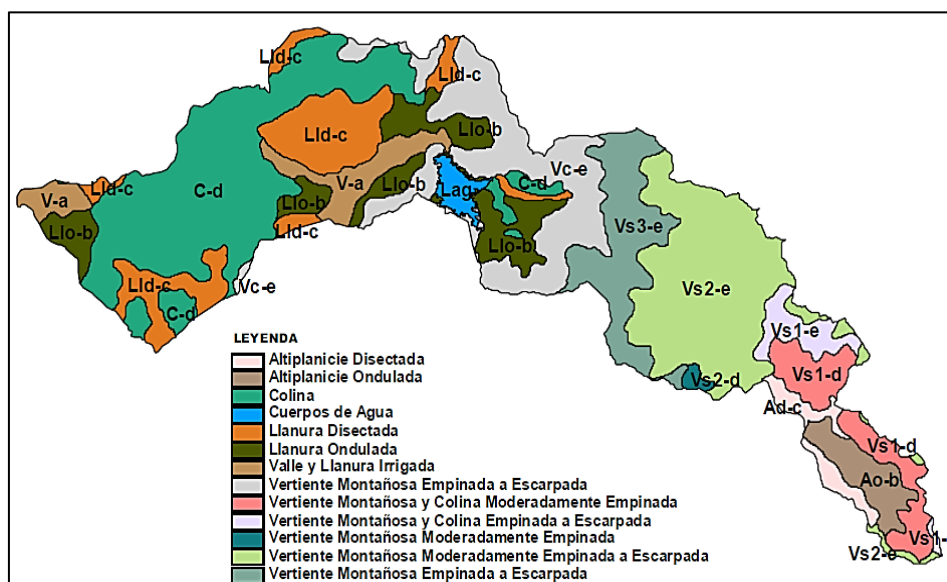


**Figura 3.37 Reservorio San Lorenzo**

Fuente: Imagen de Google Earth Pro (2016)

### 3.4.11. Geomorfología

La geomorfología de la sub cuenca Chipillico según la información extraída del documento: “*Caracterización territorial y documentación básica en el ámbito de la cuenca Binacional Catamayo-Chira*”, 2003 está constituida por:



**Figura 3.38 Geomorfología de la subcuenca Chipillico**

Fuente: Caracterización territorial y documentación básica en el ámbito de la cuenca Binacional Catamayo-Chira (ATA-UPN-UNL, 2003)

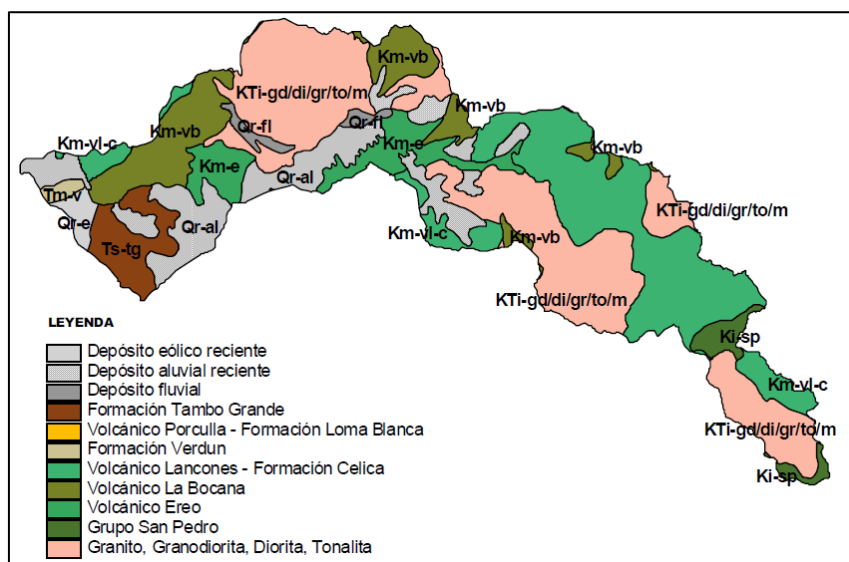
- Altiplanicie Disectada (Ad-c) Altiplanicie desarrollada sobre rocas de edad Cretácico-Terciario del batolito andino, así como rocas volcánicas del Grupo geológico San Pedro y rocas sedimentarias desarrollando suelos de naturaleza arcillosa y areno arcillosa.
- Altiplanicie Ondulada (Ao-b) Altiplanicie desarrollada sobre rocas graníticas de edad Cretácico Terciario intensamente fracturadas.
- Colina (Cd) Rocas sedimentarias Terciarias de las Formaciones Chira, Chira-Verdún, Miramar, Cuaternario Pleistocénico Aluvial, Cuaternario Reciente Aluvial en la región de la costa. Hacia la sierra aflora rocas volcánicas

pertenecientes al Volcánico Lancones y Volcánico La Bocana, rocas Terciarias de las Formaciones Verdún y Talara y rocas intrusivas del Cretáceo-Terciario.

- Llanura Disectada (Lld-c) Se desarrolla sobre rocas graníticas que van desde el Cretácico Superior al Terciario Inferior, cubiertas por depósitos fluviales. En las cercanías a la represa Poechos, se desarrollan sobre rocas del Volcánico Lancones.
- Llanura Ondulada (Llo-b) Superficies sensiblemente planas dominadas por sedimentos aluviales del Cuaternario Pleistocénico, así como superficies denominadas Tablazos compuestas por coquinas y areniscas carbonatadas, cubiertas por sedimentos Cuaternarios Aluviales y Eólicos. En éstos terrenos se desarrolla actividad agrícola en las zonas de terrazas aluviales.
- Valle y Llanura Irrigada (V-a) Valle del río Chipillico, se observan terrazas aluviales escalonadas y depósitos fluviales que constituyen el cauce actual, con predominio de sedimentos arenosos de grano medio a fino y generación de fenómenos de erosión de riberas y sedimentación.
- Vertiente Montañosa Empinada a Escarpada (Vc-e) Cadenas de colinas y montañas de la parte baja a media de la cordillera Occidental de los Andes. En ésta unidad predominan rocas del Volcánico Lancones cubiertas por depósitos Aluviales Recientes, Volcánico Porculla y en menor proporción rocas intrusivas Cretácicas Terciaria de naturaleza granítica originando sedimentos arenosos por meteorización.
- Vertiente Montañosa y Colina Moderadamente Empinada (Vs1-d) Afloramientos de rocas graníticas en las partes bajas del valle, hacia mayores altitudes se observan la presencia de rocas volcánicas del Volcánico Lancones y del Grupo San Pedro intensamente fracturadas.
- Vertiente Montañosa y Colina Empinada a Escarpada (Vs1-e) Afloramiento de rocas del Grupo San Pedro y en menor proporción rocas graníticas de edad. Cretácico Superior Terciario Inferior. Hacia las partes bajas y cerca de la localidad de Sapollica predominan rocas del Volcánico Lancones.
- Vertiente Montañosa Moderadamente Empinada (Vs2-d) Afloramiento de rocas intrusivas de edad Cretácico Superior Terciario Inferior constituidas por granitos intensamente fracturados y meteorizados dando lugar a suelos de naturaleza residual de espesores variables.
- Vertiente Montañosa Moderadamente Empinada a Escarpada (Vs2-e) Dominio de rocas intrusivas de edad Cretácico Superior Terciario Inferior, seguido de rocas del Grupo San Pedro y del Volcánico Lancones, además, pequeños afloramientos del Volcánico Porculla y del Volcánico La Bocana.
- Vertiente Montañosa Empinada a Escarpada (Vs3-e) Predominio de rocas volcánicas en la margen derecha del río Chipillico y rocas intrusivas en la margen izquierda, originando, respectivamente, suelos agrícolas
- Población (Pob) Los centros poblados más importantes son: Sapollica, Las Lomas, etc.
- Lagunas (Lag) En el área de influencia de la subcuenca se emplaza la represa de San Lorenzo con una capacidad de 320 millones de m<sup>3</sup>.

### 3.4.12. Geología

La subcuenca del río Chipillico, según la información extraída del documento: “Caracterización territorial y documentación básica en el ámbito de la cuenca Binacional Catamayo-Chira”, 2003 se ubica al sur de la cuenca, litológicamente está constituida por rocas volcánicas, sedimentarias y rocas intrusivas.



**Figura 3. 39 Geología de la subcuenca Chipillico**

Fuente: Caracterización territorial y documentación básica en el ámbito de la cuenca Binacional Catamayo-Chira (ATA-UPN-UNL, 2003)

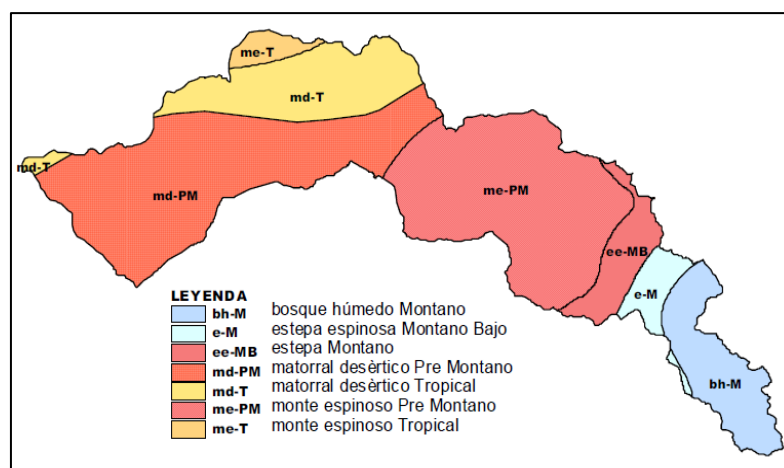
**Tabla 3. 17 Distribución general de la columna estratigrafica de la subcuenca Chipillico**

ERA	PERIODO	EPOCA	FORMACION	CODIGO	AREA(km2)
CENOZOICO	Cuaternario	Pleistoceno	Deposito Aluvial Reciente	Qr-al	166.008
	Cuaternario	Pleistoceno	Deposito eólico Reciente	Qr-e	13.3447
	Cuaternario	Pleistoceno	deposito fluvial	Qr-fl	14.636
	Terciario	Plioceno	Formación Tambogrande	Ts- Tg	54.132
	Terciario	Eoceno	Formacion Verdun	Tm-v	6.698
	Terciario	Eoceno	Volcanico Porculla- Formación Loma Blanca	Tm-vp-lb	0.051
<b>Subtotal</b>					<b>254.8697</b>
MESOZOICO	Cretacico	Superior	Granito G. Granodiorita gd	Kti-gd/di/gr/to/m	400.643
	Cretacico	Medio	Volcánico Ereo	Km-e	78.728
	Cretacico	Medio	Volcanico La Bocana	Km-vb	132.752
	Cretacico	Medio	Volcanico Lancones. Formación Celica	Km-vl-c	279.231
	Cretacico	Inferior	Grupo San Pedro	Ki-sp	24.702
<b>Subtotal</b>					<b>916.056</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1170.93</b>

Fuente: “Caracterización territorial y documentación básica en el ámbito de la cuenca binacional Catamayo-Chira(2003)

### 3.4.13. Ecología

La Subcuenca del río Chipillico se caracteriza por estar localizada en zonas secas y áridas, por las fuertes limitantes climáticas. La distribución de las zonas de vida o ecosistemas podemos ver a continuación:



**Figura 3. 40 Ecosistemas – Zonas de vida den la subcuenca Chipillico**

Fuente: Caracterización territorial y documentación básica en el ámbito de la cuenca Binacional Catamayo-Chira (ATA-UPN-UNL, 2003)

**Tabla 3. 18 Ecosistemas – Zonas de vida den la subcuenca Chipillico**

Ecosistema- Zona de vida	Simbología	Área Km2	%
Matorral desértico Pre Montano	md-PM	391.68	33.45
Matorral desértico tropical	md-T	173.08	14.78
Monte espinoso Pre Montano	me-PM	357.69	30.55
Estepa espinosa Montano Bajo	ee-MB	65.82	5.62
Estepa Montano	e-M	39.94	3.41
Monte espinoso tropical	me-T	23.95	2.05
Bosque húmedo Montano	bh-M	118.77	10.14
<b>TOTAL</b>		<b>1170.93</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Caracterización territorial y documentación básica en el ámbito de la cuenca binacional Catamayo-Chira (2003)

Según la información extraída del documento: “*Caracterización territorial y documentación básica en el ámbito de la cuenca Binacional Catamayo-Chira*”, 2003 las define de la siguiente manera:

- Matorral desértico -Pre Montano (md -PM)

Tiene una precipitación media de 125-250 mm, una biotemperatura media anual de 18 a 24°C y altitud que va de 400 a 600 m s.n.m. La vegetación es muy similar con la formación matorral desértico –Tropical y por recibir más humedad y neblina, se puede encontrar la vegetación cubierta de epífitas y musgos. Aquí encontramos el “guayacán” (*Tabebuia cryantha*), “cabo de hacha” (*Machaerium millei*) y “pechiche” (*Vitex gigantea*).

- Matorral desértico -Tropical (md -T)

Los rangos de precipitación de 125 a 250 mm de lluvia anual, una biotemperatura media anual de 24 a 30°C y altitudes medias de 250 a 500 m s.n.m. La cubierta vegetal de esta formación está caracterizada por las especies: “algarrobo enano” (*Prosopis inermis*), “algarrobo” (*Prosopis juliflora*), “guarango” (*Tora spinosa*), “cactus” (*Cereus sp.*), “guayacán” (*Tabebuia cryantha*), “faique” (*Acacia macracantha*), “palo santo” (*Bursera graveolens*), “mosquera” (*Croton rivinaefolius*) y “muyuyo” (*Cordia lutea*)

- Monte espinoso -Pre Montano (me -PM)

Tiene una precipitación media anual de 250 a 500 mm, 18 a 24°C de biotemperatura media anual y alturas medias entre 500 a 1 000 m s.n.m. La composición vegetal está caracterizada por arbustos espinosos de hojas coriáceas caducifolias y una cubierta de gramíneas en mezcla con cactáceas. Las principales especies son: “ceibo” (*Ceiba pentandra*), “faique” (*Acacia macracantha*), “algarrobo” (*Prosopis juliflora*), “cactus” (*Pithecolobium sp.*), “guarango” (*Coultheria tinctoria*), “cardo” (*Cereus sp.*) “tuna” (*Opuntia sp.*), “mosquera” (*Croton sp.*), etc.

- Estepa espinosa - Montano Bajo (ee - MB)

Tiene una precipitación de 250 a 500 mm de lluvia anual, una biotemperatura de 12 a 18°C y las altitudes van de 2 000 a 3 000 m s.n.m. La vegetación predominante es de tipo matorral y corresponde a zonas muy erosionadas, la vegetación típica es la xerofítica, domina la “mosquera” (*Croton sp.*) en asociación con la “chamana” (*Dodonea viscosa*), “tuna” (*Opuntia tuna*), “cardo santo” (*Argemone mexicana*), “chamico” (*Datura stramonium*) y “cabuya” (*Agave americana*).

- Estepa - Montano (e-M) o Subpáramo seco

Tiene una precipitación media anual de 250 a 500 mm, biotemperatura media anual de 6 a 12°C y altitud sobre los 3 000 m s.n.m.

Se puede encontrar vegetación de los géneros: *Festuca*, *Poa*, *Bromus*, *Calamagrostis* y en menor escala *Stipa*, sobre las que levantan en forma aislada “achupalla” (*Puya sp.*), “tuna” (*Opuntia sp.*), géneros *Cereus* y *Borziacactus*, *Cortaderia nitida*, “sacha chocho” (*Lupinus sp.*), “mastuerzo” (*Tropeolum sp.*) y ocasionalmente uno que otro árbol “quishuar” (*Bluddleia incana*).

Tiene limitaciones de agua atmosférica y clima frío, no obstante se cultiva, papa, arveja, habas y cebolla blanca.

- Monte espinoso -Tropical (me -T)

Presenta una precipitación media anual de 500 a 1 000 mm, una biotemperatura media anual de 24 a 30°C y altitudes entre 250 a 500 m s.n.m.

Las especies vegetales más frecuentes son: “ceibo” (*Ceiba pentandra*), “algarrobo” (*Prosopis juliflora*), “zapote de perro” (*Capparis crotonoides*), “bototillo” (*Cochiospermum vitifolium*), “muyuyo” (*Cordia lutea*), “guayacán” (*Tabebuia chrysantha*), “cardo” (*Cereus sp.*), “niguito” (*Muntingia calabura*) y “ébano” (*Ziziphus thyrsoiflora*).

- Bosque húmedo -Montano Bajo (bh-MB)

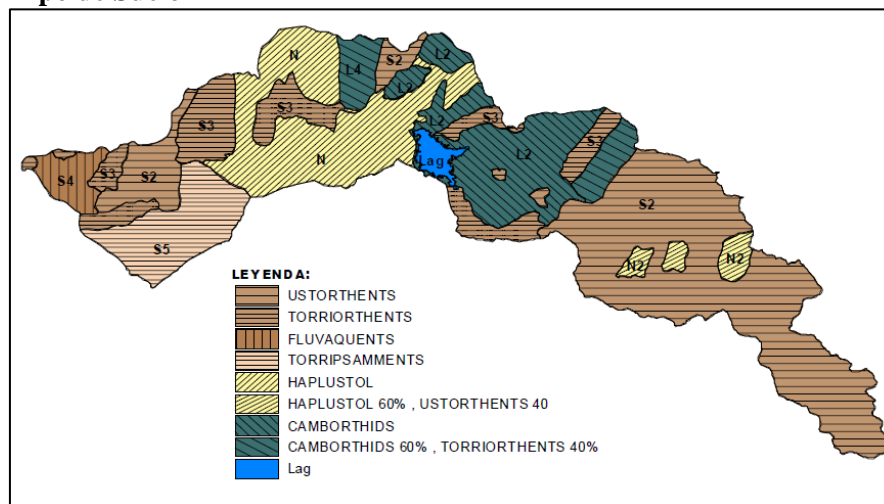
Tiene una precipitación media anual de 1 000 a 2 000 mm, una biotemperatura media anual de 12 y 18°C y altitudes sobre los 2 000 m s.n.m.

La vegetación propia de ésta zona, dada la intervención humana se puede encontrar: “aliso” (*Alnus sp.*), “guarumo” (*Cecropia sp.*), “helecho arbóreo” (*Cyanthea sp.*), “laurel” (*Myrica pubescens*), “chilca” (*Bacharis polyantha*), “lechero” (*Euphorbia latazii*), “arabisco” (*Jacaranda sp.*), “mora” (*Rubus sp.*) y muchas especies secundarias.



### 3.4.14. Suelo

**Tipo de Suelo**



**Figura3.41 Mapa de suelos de la Subcuenca Chipillico**

Fuente: Caracterización territorial y documentación básica en el ámbito de la cuenca Binacional Catamayo-Chira (ATA-UPN-UNL, 2003)

**Tabla 3. 19 Áreas según el tipo de suelo en la Subcuenca Chipillico**

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SIMBOLO	AREA KM2
ENTISOL	ORTHENTS	USTORTHENTS	S2	432.853
	ORTHENTS	TORRIORTHENTS	S3	148.329
	AQHENST	FLUVAQUENTS	S4	30.667
	PSAMMENTS	TORRIPSAMMENTS	S5	94.965
			Subtotal	706.814
MOLLISOL	USTOLLS	HAPLUSTOL	N	211.87
	USTOLLS	HAPLUSTOL 60%, USTORTHENTS 40%	N2	26.449
			Subtotal	238.319
ARIDISOL	ORTHIDS	CAMBORTHIDS	L2	158.988
	ORTHIDS	CAMBORTHIDS 60%, TORRIORTHENTS 40%	L4	52.505
			Subtotal	211.493
LAG	LAG	LAG	Lag	14.299
<b>TOTAL</b>				<b>1170.93</b>

Fuente: Caracterización territorial y documentación básica en el ámbito de la cuenca binacional catamayo-chira (2003)

Los suelos de esta subcuenca son jóvenes. La distribución según la información extraída del documento: “*Caracterización territorial y documentación básica en el ámbito de la cuenca Binacional Catamayo-Chira*” 2003 se define:

- Orden Entisol: Estos suelos corresponden a los grandes grupos *Ustorthents*, *Torriorthents* y *Torripsamments*, que se ubican en las zonas más áridas, y, *Fluvaquents* en las regiones con mayor precipitación y en las márgenes de los ríos y quebradas. Están ubicados geográficamente en los extremos oriental y occidental de la subcuenca a excepción de la parte central; incluyen la población de Sapollica. Geomorfológicamente están localizados en las vertientes montañosas moderadas y en las partes más bajas en colinas y llanuras. Se han

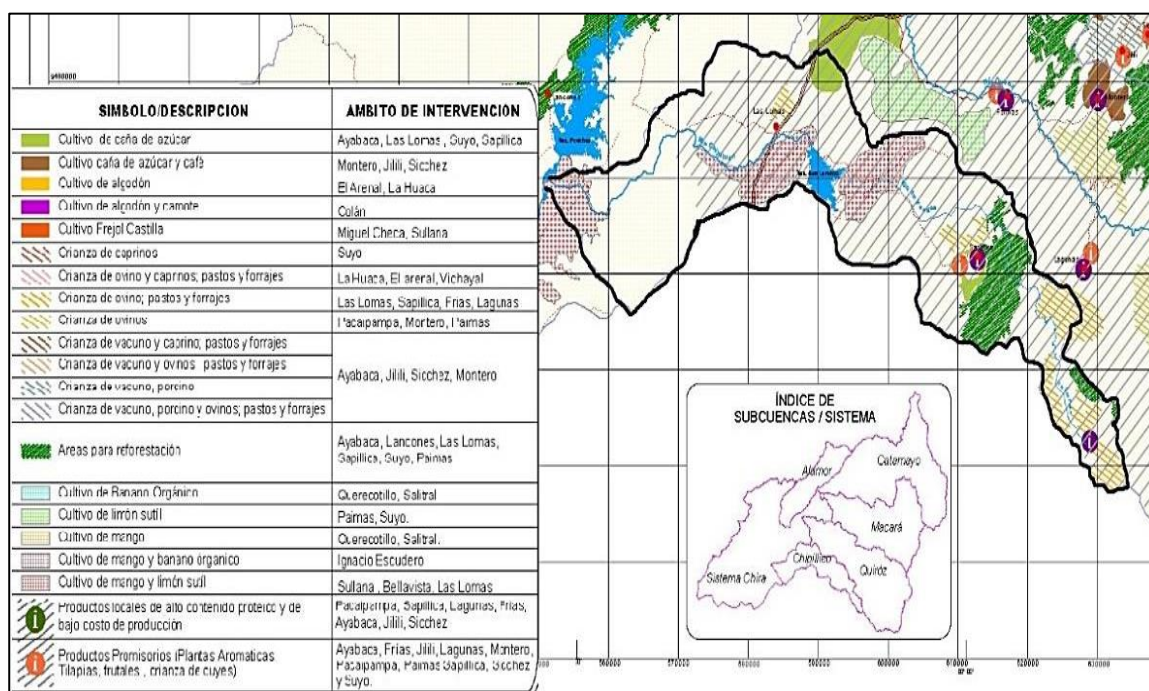
desarrollado en un clima que va de tropical a subtemperado, con régimen pluviométrico árido y semiárido.

- **Mollisoles** Los mollisoles ocupan la parte noroccidental de la represa de San Lorenzo. Son los mejores suelos de la subcuenca (Haplustolls que se presentan solos o en asociación con entisoles) que ocupan los valles irrigados y llanuras onduladas y disectadas que están influenciados directamente por el embalse anteriormente mencionado. Estos suelos se han desarrollado bajo la influencia de un clima tropical.
- **Aridisoles** Corresponden al gran grupo *Camborthids*. Ocupan las vertientes montañosas y llanuras onduladas al oriente de la represa de San Lorenzo. Junto con los molisoles son los mejores suelos de la subcuenca, aptos para el establecimiento de cultivos sin ningún tipo de restricción, pastizales y actividades agro-silvopastoriles y forestales en las laderas.

### Uso del suelo

En la Subcuenca las actividades principales son la agricultura y la ganadería vacuna y caprina mayoritariamente. En la costa la agricultura con riego tecnificado viene ganando terrenos a los bosques secos de algarrobos y cada día aumenta la cantidad de áreas boscosas son utilizadas para la ganadería y apicultura.

El principal desarrollo agropecuario es de mango, limón sutil, ovinos pastos, forraje, áreas de reforestación caña de azúcar inclusive productos promisorios como tilapia, plantas aromáticas, frutales y crianza de cuyes; el área distribuida como podemos observar en la figura siguiente:



**Figura 3.42 Desarrollo agropecuario y forestal**

Fuente: estudio de plan de ordenamiento de la cuenca binacional Catamayo – Chira (UNIGECC, 2007)

### • Actividad agrícola

La capacidad de uso del suelo de la Subcuenca Chipillico es 57% para cultivos. En esta zona donde se encuentran los distritos de Las Lomas y Sapillica predominan los cultivos de frutales como mango y limón.



Llamados así por la duración del cultivo, como el limón, el mango, el café, el cacao.

Fuente: Memoria descriptiva mapa ocupación del territorio y uso actual del suelo región Piura (Otivo Barreto, 2010)

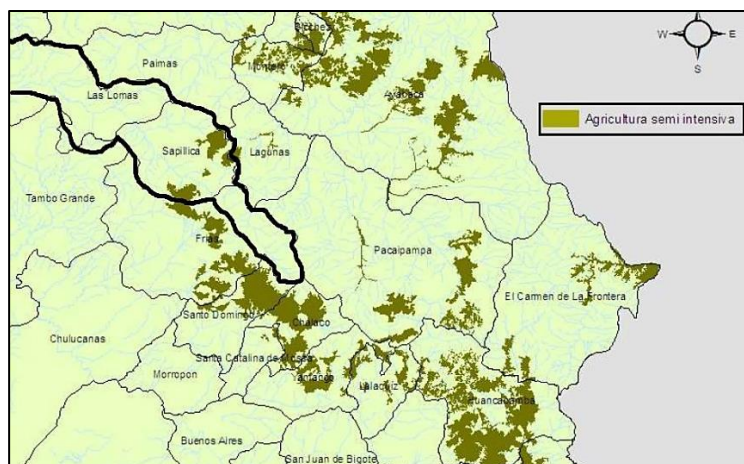
DISTRITO	Número de Unidades agropecuarias	Superficie
<b>Las Lomas</b>	863	1751.49
<b>Sullana</b>	2700	6593.59
<b>Lancones</b>	100	62.93
<b>Frias</b>	745	324.55
<b>Sapillica</b>	794	338.16
<b>Lagunas</b>	41	10.87
<b>TOTAL</b>	<b>5243</b>	<b>9081.59</b>

- Cultivos Semi permanentes.

Entre estos cultivos de importancia regional tenemos al plátano, caña de azúcar, pastos cultivados (gramalote, alfalfa y pasto elefante). Entre uno de los cultivos de exportación tenemos el cultivo de caña de azúcar, en la costa con propósito de producción de etanol y en la sierra la caña de azúcar viene cultivándose desde hace muchos años atrás para la producción de aguardiente, que en estos últimos años ha dado un giro importante para la producción de panela granulada, convirtiéndose en un producto de exportación.

Los pastos y forrajes, están destinados principalmente para la ganadería, ubicándose en Chulucanas, la sierra de Morropón, La Matanza, Yamango, Salitral,

Chalaco, Santo Domingo, Frías y Pacaipampa. En la figura 3.44 distinguimos la zona de estudio, y se especifica el área donde se diferencia la agricultura semi intensiva la cual se ubica sobre los distritos de Sapolilca.

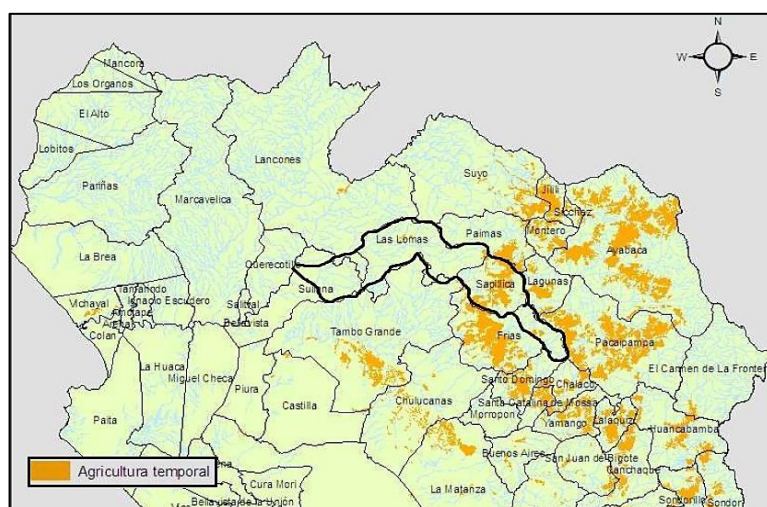


**Figura 3.44 Ubicación de la agricultura semi intensiva en la región.**

Fuente: Memoria descriptiva mapa ocupación del territorio y uso actual del suelo región Piura (Otivo Barreto, 2010)

#### - Cultivos transitorios.

Entre los más importantes por la porcion de producto cosechado y áreas productivas tenemos al cultivo de arroz y maíz amarillo, seguido por otras como el maíz amiláceo, arveja, papa, frijol castilla, algodón y otros de menor área, que en total representan. Se tiene otros cultivos transitorios que van consiguiendo importancia en la región por el avance de la agricultura con riego tecnificado, entre estos podemos nombrar; el maní, el melón, sandía, ají piquillo, ajo, cebolla, ají páprika, tomate. Y otros que son utilizados para el autoconsumo y comercialización en menor escala, como la arveja, frijol de palo, zarandaja, haba, camote, oca, olluco, papa, yuca, soya y sorgo escobero. En la figura siguiente distinguimos la zona de estudio, y se especifica el área donde se diferencia la agricultura temporal cual se ubica sobre los distritos de Sapolilca y Frías.



**Figura 3.45 Ubicación de la agricultura temporal en la región.**

Fuente: Memoria descriptiva mapa ocupación del territorio y uso actual del suelo región Piura (Otivo Barreto, 2010)

**Tabla 3. 21** Superficie ocupada por los Principales cultivos transitorios en la zona de estudio

DISTRITO	Área(ha) según el Cultivo				
	Maíz amiláceo	Maíz amarillo duro	Arroz	Frijol	Trigo
<b>Las Lomas</b>	1	889.42	2034.35	60.8	
<b>Sullana</b>	16.22	61.96	2143.5	157.84	
<b>Lancones</b>		170.8	92.73	38.72	
<b>Frias</b>	17.27	34.05	1.72	36.53	10.62
<b>Sapillica</b>	42.37	405.5	6.78	135.94	18.34
<b>Lagunas</b>	3.37	9.8	3.32	5.17	0.75
<b>TOTAL</b>	<b>80.23</b>	<b>1571.53</b>	<b>4282.4</b>	<b>435</b>	<b>29.71</b>

Fuente: INEI - IV Censo nacional agropecuario 2012.

#### • Actividad pecuaria.

En la región Piura, en la Costa existen pocas áreas donde se observa una crianza de ganado intensivo, la mayor parte es de forma extensiva, utilizando grandes áreas, principalmente aquellas que se encuentran cubiertas por bosques secos. En la sierra la ganadería es de tipo familiar utilizando sus parcelas de cultivos, parcelas con pastos naturales y muy pocas parcelas con pastos cultivados.

El ganado caprino se extiende en todo el área de la costa y pie de montaña, habiendo en mayor cantidad en la zona de Las Lomas y Lancones, este tipo de ganado hace uso del bosque seco.

En la sub cuenca Chipillico cuenta con un área de 22452,51 hectáreas para producción pecuaria, siendo su población pecuaria de las principales cranzas los descritos en tabla siguiente:

**Tabla 3. 22** Población pecuaria de las principales cranza en la zona de Estudio

Distrito	Especie				
	Vacunos	Porcinos	Ovinos	Caprinos	Aves
<b>Las Lomas</b>	928	852	278	549	2516
<b>Sullana</b>	335	448	772	233	3,871
<b>Lancones</b>	295	690	241	1300	1,588
<b>Frias</b>	1512	1058	399	50	2249
<b>Sapillica</b>	1276	980	296	444	2520
<b>Lagunas</b>	1046	790	661	292	1587
<b>TOTAL</b>	<b>5392</b>	<b>4818</b>	<b>2647</b>	<b>2868</b>	<b>14331</b>

Fuente: INEI-IV Censo nacional agropecuario (2012)

### 3.4.15. Características climáticas

Las regiones bioclimáticas de la superficie de la subcuenca Chipillico son:

#### • Tropical Desértico

La baja latitud geográfica y la interacción océano-atmósfera (ENOS y corriente de Humboldt), son los principales factores que generan el clima de esta región. La temperatura media anual oscila entre 22 y 24°C y presenta la amplitud térmica más

elevada en el territorio de la cuenca, superior a 5°C, que la ubica latitudinalmente en la zona de transición entre la faja ecuatorial y la faja tropical

- Tropical Subdesértico

La temperatura media anual oscila entre 23 y 24°C y tiene un menor rango de amplitud térmica (se sitúa más en la zona ecuatorial que en la tropical). Presenta un corto período de alta humedad que se extiende de Enero-Febrero a Marzo-Abril. El suelo está abastecido con humedad suficiente para atender las demandas hídricas de las plantas. En el resto del año, de Marzo-Mayo a Diciembre-Enero, existe un prolongado e intenso período seco

- Subtropical Muy Seco

En el sector medio del río Chipillico (Sapillica) Características bioclimáticas: La temperatura media del aire fluctúa entre 18 y 22° y la precipitación anual entre 200 y 500 mm. El régimen pluviométrico es del tipo costa, con apogeo en marzo y abril.

- Temperado Seco

Características bioclimáticas: Temperatura media entre 12 y 18 ° y precipitación anual entre 200 y 500 mm, con régimen pluviométrico tipo sierra.

- Temperado Subhúmedo

Temperatura media entre 18 y 22°, con valores entre 500 y 1.000 mm Presenta, así mismo, entre 3 y 4 meses ecológicamente secos, ubicados en la mitad del año

- Temperado Húmedo

Temperatura media entre 12 y 18 ° C y precipitación anual entre 1.000 y 1.500 mm, Presenta tres meses ecológicamente secos

### **3.5. ASPECTOS ETICOS**

Se brindó el trato correcto a los seres humanos, animales y medio ambiente durante el desarrollo de toda investigación.

## CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Riesgos de desastres

##### Estadísticas

A nivel nacional La tabla 4.1 es un resumen de las ocurrencias de emergencias y daños en el Perú entre el año 2003 y 2018. Se observa que en el 2017 hubo 7 563 eventos y como daños personales, alcanza una cifra de 299 881 damnificados, esto debido a la ocurrencia del Niño Costero.

También realza la cifra de damnificados en el 2007 por el terremoto de Pisco- Ica

**Tabla 4.1** Cronología de Emergencias y daños personales y materiales periodo 2003 -2018

AÑO	EMER	DAÑOS PERSONALES					DAÑOS EN VIVIENDAS		DAÑOS EN HAS DE CULTIVO	
		FALLEC	LESIONAD	DESAPAR	DAMNIF	AFFECT	AFFECT	DESTR	AFFECT	PERDIDOS
<b>TOTAL</b>	<b>74,863</b>	<b>2,841</b>	<b>9,358</b>	<b>374</b>	<b>1,963,905</b>	<b>17,391,128</b>	<b>1,472,104</b>	<b>252,045</b>	<b>2,026,775</b>	<b>1,123,504</b>
2003	3,316	213	373	30	62,347	246,159	34,679	8,525	36,688	13,615
2004	4,038	144	284	28	45,947	919,895	31,980	6,108	253,058	90,265
2005	4,773	122	370	17	75,658	876,599	30,198	9,090	192,558	14,804
2006	4,495	88	260	6	31,046	997,337	53,340	5,566	75,973	8,718
2007	4,536	701	2,436	11	496,263	1,662,413	65,294	96,357	32,310	5,719
2008	4,545	165	273	34	84,410	1,368,056	151,794	15,543	103,588	18,098
2009	4,037	112	226	59	31,578	942,279	62,461	6,624	6,375	276
2010	4,535	131	2,491	53	74,382	834,487	44,595	12,262	31,289	5,636
2011	4,816	119	262	19	177,673	897,974	101,293	20,954	70,246	24,399
2012	5,127	179	377	31	333,367	865,800	166,606	12,871	47,859	45,514
2013	4,379	136	164	18	52,902	724,219	58,843	4,420	35,473	12,948
2014	3,770	73	123	17	30,485	309,539	33,418	2,624	214,611	19,692
2015	4,322	171	474	18	64,920	1,427,432	148,870	5,878	191,106	25,311
2016	5,167	103	335	5	74,589	2,242,582	66,019	3,975	504,057	757,254
2017	7,563	225	683	23	299,881	2,089,463	393,650	38,600	136,532	55,411
2018	5,444	159	227	5	28,457	986,894	29,064	2,648	95,052	25,844

Fuente: COEN-SINPAD-INDECI

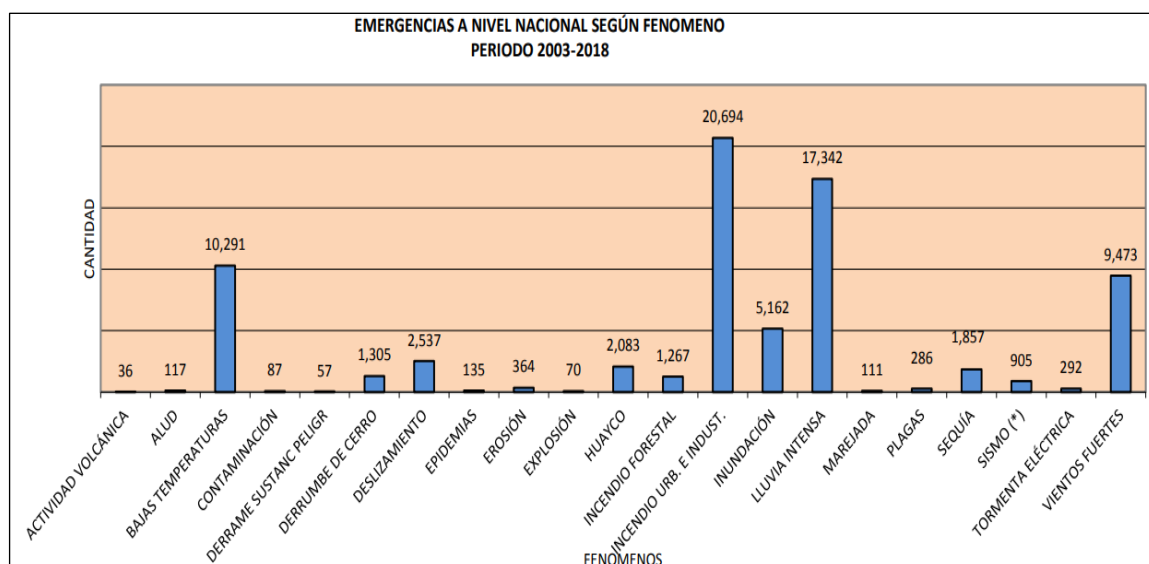
En la tabla 4.2 la ocurrencia de los fenómenos a nivel nacional, el mayor número de emergencias son los incendios urbanos y con una cantidad de 17 342 de emergencias por lluvias intensas.

Se recalca la cantidad de lluvia intensa en el 2017 con una cantidad de 3571 emergencias debido al Niño Costero

**Tabla 4.2** Serie cronológica de emergencias por años según fenómeno de ocurrencia periodo 2003-2018

FENÓMENO	TOTAL EMER	AÑOS															
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
TOTAL NACIONAL	74,863	3,316	4,038	4,773	4,495	4,536	4,545	4,037	4,535	4,816	5,127	4,379	3,770	4,322	5,167	7,563	5,444
ACTIVIDAD VOLCÁNICA	36	0	1	0	9	2	3	2	0	0	0	2	12	3	0	1	1
ALUD	117	5	7	15	5	2	5	6	13	6	8	6	4	9	9	14	3
BAJAS TEMPERATURAS	10,291	124	573	414	239	866	493	468	548	493	582	867	510	911	1,205	703	1,295
CONTAMINACIÓN	87	2	8	6	2	3	2	2	13	9	5	4	3	4	5	9	10
DERRAME SUSTANC PELIGR	57	6	5	4	2	0	1	0	3	2	3	0	2	2	16	4	7
DERRUMBE DE CERRO	1,305	52	19	61	160	67	68	99	78	104	59	45	69	84	39	216	85
DESPLAZAMIENTO	2,537	147	101	100	161	141	170	139	126	144	151	137	185	228	64	320	223
EPIDEMIAS	135	2	19	7	6	6	8	2	5	7	18	9	4	18	17	4	3
EROSIÓN	364	28	44	28	18	16	1	19	21	38	19	14	17	22	23	30	26
EXPLOSIÓN	70	8	7	4	8	3	5	1	4	5	2	4	2	7	3	4	3
HUAYCO	2,083	197	126	130	202	133	100	79	80	60	94	48	46	93	83	558	54
INCENDIO FORESTAL	1,267	23	6	66	22	7	46	22	53	26	110	94	47	73	281	143	248
INCENDIO URB. E INDUST.	20,694	1,182	1,559	1,996	1,776	1,425	1,549	1,314	1,475	1,450	1,361	1,054	916	846	852	853	1,086
INUNDACIÓN	5,162	543	264	317	432	457	412	343	270	319	478	224	157	268	128	385	165
LLUVIA INTENSA	17,342	330	429	405	746	525	900	827	1,138	1,464	1,676	1,229	1,002	1,115	755	3,571	1,230
MAREJADA	111	6	2	3	12	2	1	0	9	24	10	4	7	13	7	9	2
PLAGAS	286	0	3	1	1	9	1	0	5	2	2	18	219	5	13	4	3
SEQUÍA	1,857	5	215	224	74	23	4	0	12	12	12	5	27	25	850	54	315
SISMO (*)	905	25	10	256	32	200	24	8	18	40	27	32	36	29	56	46	66
TORRENTA ELÉCTRICA	292	11	13	15	34	25	10	9	14	7	6	9	13	19	25	55	27
VIENTOS FUERTES	9,473	589	597	705	544	620	733	692	639	596	490	557	489	480	702	512	528
OTROS	392	31	30	16	10	4	9	5	11	8	14	17	3	68	34	68	64

Fuente: COEN-SINPAD-INDECI



**Figura 4.1** Emergencias a nivel nacional según fenómeno periodo 2003-2018

Fuente: COEN-SINPAD-INDECI(2018)

**A nivel departamental** En las siguientes tablas se muestran las emergencias y daños en el departamento de Piura

En la tabla 4.3, está distribuido según el fenómeno; se observa que en el periodo de 1995 a 2002, resalta los daños ocasionados por inundación; unas 22

emergencias que ocasionaron: 6430 viviendas afectadas, 1333 viviendas destruidas, 30152 damnificados.

**Tabla 4.3** Emergencias y Daños en el departamento de Piura por Fenómenos (1995-2002)

FENOMENO	NRO EMERG	DAMNI	FALLEC	HERIDOS	DESAP	VIV. DESTRUIDAS	VIV. AFECTAD AS	HECT
DESlizamiento	5	484	5	0	0	47	17	112
EXPLOSION	1	6	0	0	0	1	0	0
HELADA	1	0	4	0	0	0	0	0
HUAYCO (LLOCLLA)	1	6	0	0	0	1	0	0
INCENDIO FORESTAL	1	0	0	0	0	0	0	18
INCENDIO URBANO	34	569	7	3	0	89	10	0
INUNDACION	22	30152	3	1	0	133 3	6430	7855
LLUVIA INTENSA	1	5	0	0	0	0	1	0
VIENTOS FUERTES	16	2040	0	0	0	0	557	298
<b>TOTALES:</b>	<b>82</b>	<b>33262</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1471</b>	<b>7015</b>	<b>8283</b>

Fuente: COEN-SINPAD-INDECI

En la tabla 4.4 Se encuentran las principales emergencias ocurridas entre los años 2003 y 2018 en el departamento de Piura, se puede notar la presencia repetitiva de constantes deslizamientos, derrumbes, precipitaciones



**Tabla 4.4** Reporte de Emergencias Históricas departamento de Piura (2003- 2018)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2003	derrumbe	derrumbe	derrumbe	derrumbe		derrumbe	derrumbe	derrumbe	marejada	contaminacion ambiental (agua)	marejada	marejada
2004						descenso de temperatura	descenso de temperatura	descenso de temperatura	descenso de temperatura			
2005	deslizamiento	deslizamiento	deslizamiento	deslizamiento	deslizamiento	deslizamiento		deslizamiento	deslizamiento		deslizamiento	deslizamiento
2006	eventos frios (preparacion)						eventos frios (preparacion)	eventos frios (preparacion)	eventos frios (preparacion)	eventos frios (preparacion)	eventos frios (preparacion)	Eventos frios (preparacion)
2007	friaje		friaje		friaje	friaje	friaje		friaje			
2008		riada (crecida de rio) (avenida)	huayco	huayco	huayco	contaminacion ambiental (suelo)						
2009	incendio urbano	incendio urbano	incendio urbano	incendio urbano	incendio urbano	incendio urbano	incendio urbano	incendio urbano	incendio urbano	incendio urbano	incendio urbano	incendio urbano
2010	inundacion	inundacion	inundacion	inundacion	incendio industrial	inundación		inundacion	inundacion	inundacion	inundacion	
2011	otro fenom. met. o hidrol.		otros fenomenos tecnologicos	otros fenomenos tecnologicos	otros fenomenos tecnologicos	otro fenom. met. o hidrol.	otro fenom Met. O hidrol.	otros fenomenos tecnologicos		otros fenomenos tecnologicos		
2012		precipitaciones - granizo	plagas	plagas			precipitaciones - granizo			precipitaciones - granizo	precipitaciones - granizo	
2013	precipitaciones - lluvia	precipitaciones - lluvia	precipitaciones - lluvia	precipitaciones - lluvia	precipitaciones - lluvia	precipitaciones - lluvia	colapso de viviendas	colapso de viviendas	colapso de viviendas	precipitaciones - lluvia	colapso de viviendas	colapso de viviendas
2014		precipitaciones pluviales	precipitaciones pluviales									
2015	sequia	sequia	sequia		sequia			sequia		sequia		sequia
2016	helada	helada	epidemias	epidemias	sismos	sismos	helada	helada	epidemias	epidemias	helada	helada
2017		tormenta electrica (tempestad electrica)	otros de geodinamica externa	tormenta electrica (tempestad electrica)			explosion	tormenta electrica (tempestad electrica)				explosion
2018	vientos fuertes	vientos fuertes	vientos fuertes	erosion	vientos fuertes	vientos fuertes	vientos fuertes	vientos fuertes	incendio forestal	vientos fuertes	vientos fuertes	vientos fuertes

Fuente: SINPAD- INDECI



#### 4.1.2. Eventos representativos de la zona de estudio

A continuación veremos algunos eventos representativos que ocurrieron en la SubCuenca Chipillico en los últimos años:

- En el visor geográfico de emergencias y desastres hídricos del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos nos describe las emergencias, en el área de estudio podemos encontrar:

Con fecha: 22/03/2015

Evento: Lluvias intensas en ALGARROBAL, PAMPA ELERA, CHIPÍLLICO ALTO, TOTORAL,

Localización: LAS LOMAS, PIURA, PIURA

Coordenadas(X,Y): -80.131575, -4.718845

Centro Poblado: CHIPILLICO

El día 22 de marzo del 2015 se presentaron fuertes precipitaciones en la parte media y Alta de la cuenca incrementando los caudales de los en los ríos Quiroz Y Chipíllico, afectando la zonas de Pampa Elera Baja, El Algarrobito, Quebrada Totoral, del distrito de las Lomas, habiendo daños de 120 has agrícolas afectadas (arroz, maíz, maracuya), asimismo se afectó a la estructura Bocatoma Chipillico. y el puente Algarrobito, quedando aislados caseríos

- En el año 2017, en el Fenómeno El niño, el 26 de marzo, las fuertes precipitaciones lograron las crecidas de los ríos Chipillico y Chamoso por lo que se desbordaron.

El desborde de estos ríos ocurrió a las 23:00 horas del domingo hasta alcanzar a las viviendas ubicadas en un radio de cien metros. Los pobladores tuvieron que evacuar hacia zonas más seguras perdiendo todas sus pertenencias.



**Figura 4.2 Fragmento de noticia**

Fuente: RPP Noticias (2017)



**Figura4.3 Fragmento de noticia**  
Fuente: Andina (2017)



**Figura4.4 Bocatoma Chipillico**  
Fuente: Agencia Andina (2017)

#### 4.1.3. Zonas vulnerables identificadas en campo

Para la identificación de zonas vulnerables se contempló la información de los daños ocurridos en los últimos años como los mencionados anteriormente, también se realizó un recorrido por la zona de estudio.

Una de las zonas vulnerables es la Bocatoma de Chipillico, donde la estructura ha sido dañada en la parte señalada en la figura cuando el caudal aumenta debido a fuertes precipitaciones logrando que los pobladores del valle queden aislados.



**Figura 4.5 Bocatoma Chipillico zona vulnerable**

Fuente: Agencia Andina (2017)

Como podemos observar en las figuras 4.5 y 4.6 En la bocatoma de Chipillico se encuentra colmatado. El material sedimentado es básicamente arena fina con piedras, incluso vegetación.



**Figura4.6 Sedimentación en vertedero de la Bocatoma Chipillico**

Fuente: Fotografía Propia (2017)





**Figura4.7 Sedimentación en vertedero de la Bocatoma Chipillico**

Fuente: Fotografía Propia (2017)

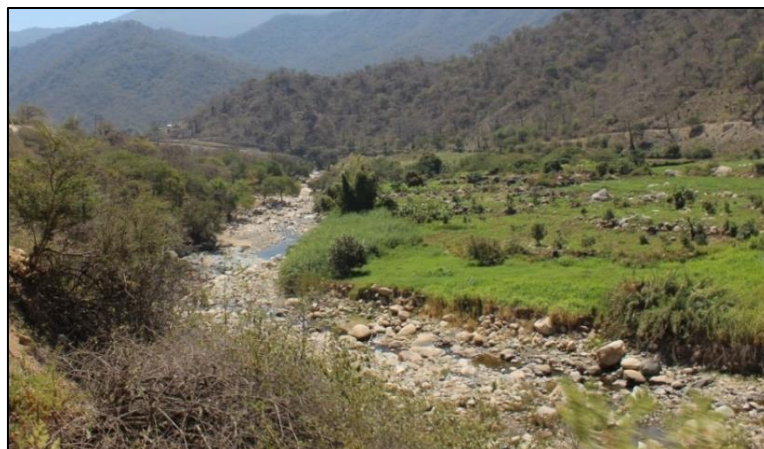
También podemos observar en la figura 4.7 El sedimento, pequeños montículos de arena y piedras en la zona de desviación para el canal chipillico.



**Figura4.8 Vertedero para desviación a canal Chipillico**

Fuente: Fotografía Propia(2017)

En el rio Timbes, el cual alimenta al rio Chipillico, podemos observar el cauce con evidente colmatación con la presencia de grandes rocas y con vegetación arbustiva



**Figura 4.9 Rio Timbes**

Fuente: Fotografía Propia (2017)

Estas rocas tienen diferentes tamaños y se ubican en los cauces y zonas aledañas dificultando el recorrido del flujo del agua en los diferentes ríos de la zona de estudio



**Figura 4. 10 Rio Chipillico**  
Fuente: Fotografía Propia (2017)

Otra zona vulnerables son algunos puentes los cuales no se les da el debido mantenimiento, especialmente a los que se ubican en la camino de Chipillico a Sapillica, como el de la figura siguiente

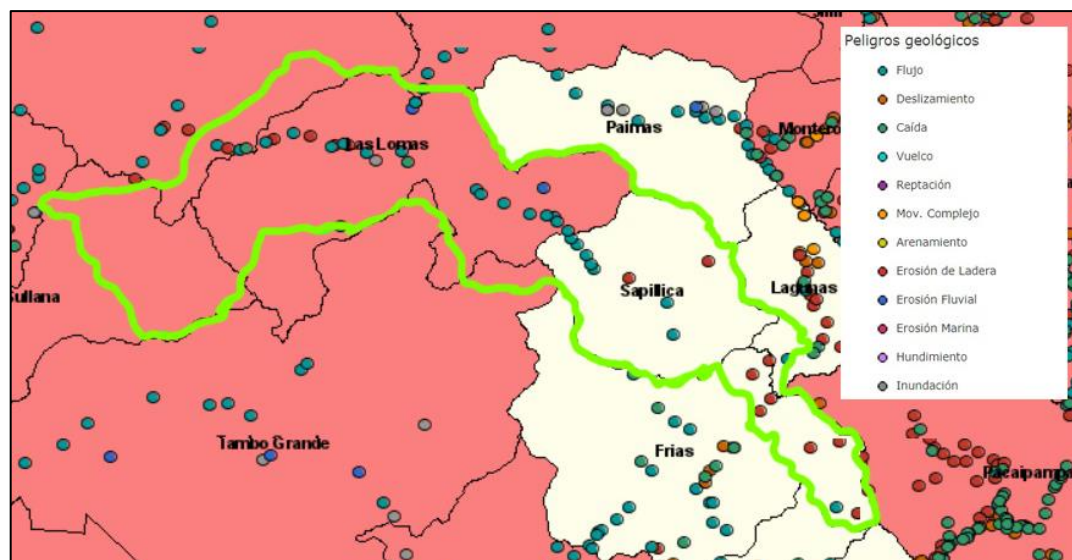


**Figura 4.11 Puente Ubicado en la Via Chipillico- Sapillica**  
Fuente: Fotografía Propia(2017)

Los pueblos y los cultivos que se encuentran cercanos los ríos y quebradas, también se encuentran en zonas vulnerables por el riesgo de desbordes o activación de quebradas.

#### **4.1.4. Peligros geológicos**

En la imagen 4.12 se observa los peligros geológicos los cuales han sido determinados por Sistema de información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales” del Instituto Nacional de Estadística e Informática 2015



**Figura 4. 12 Peligros geológicos**

Fuente: Modificado del Sistema de información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales (2015)

Los peligros geológicos que podemos encontrar en la zona de estudio son:

- **Flujo** Los flujos de lodo son terrenos húmedos que se trasladan rápidamente y que pueden ser iniciados por el sacudimiento de un terremoto o por una fuerte tempestad de lluvia. (Ambiente, 1993). Como se puede observar en la figura anterior este peligro geológico se encuentra en la ribera del río Chipillico y Yangas, con mayor puntos de riesgo entre el distrito de las Lomas y Sapilica.
- **Caída** Se llama así al movimiento en masa que consiste del desprendimiento de material que conforma una ladera, ya sea en caída libre, a manera de saltos o rodando. (PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL PERÚ, 2012). Los centros poblados con mayor riesgo a caídas se encuentran en el distrito de las Lomas, por los centros poblados rurales: Cacaturo y Villa Militar. También la zona de riesgo está en la parte oeste del distrito de Lancones cerca al centro poblado rural Bocanada de Pichones
- **Inundación** Se trata de un proceso natural que se da en los sistemas fluviales de manera periódica por el deshielo de las nieves, las lluvias intensas o las tempestades costeras, que pueden provocar un aumento del nivel del mar por encima de la llanura costera. (Mundo, 2008) La zona de riesgo con mayor riesgo de inundación según Sistema de información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales se encuentra cerca al centro poblado urbano Las Lomas, en la ribera del Río Chipillico
- **Erosión pluvial** se produce por el impacto de las gotas de la lluvia sobre la superficie terrestre produciendo desprendimiento y el movimiento de las partículas del suelo. Como podemos ver en la figura anterior la zona de riesgo para erosión pluvial se encuentra en la parte alta del distrito de las Lomas, entre los centros poblados El Sauce y Potrerillo.
- **Erosión de ladera** podemos notar que estos peligros se ubican en la zona alta de la Subcuenca, en el distrito de Frias

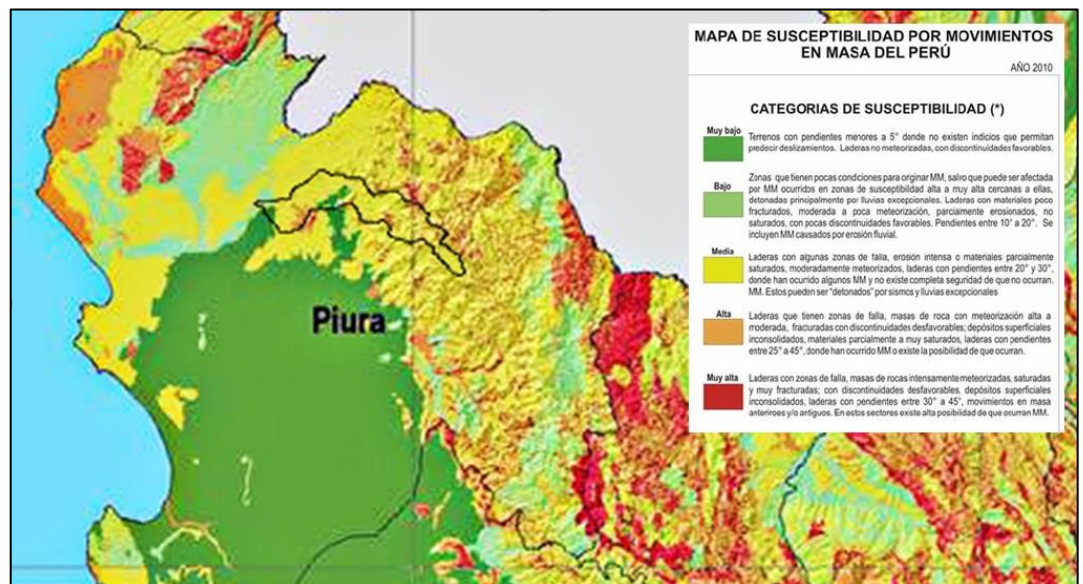


## Movimiento en masa

En la figura siguiente se puede identificar la zona de estudio y los niveles de susceptibilidad por movimiento de masa, que podrían ocasionar erosión de ladera.

Se identifican 3 niveles:

- **Muy baja:** En este nivel se encuentra la zona de Sullana y parte de Las Lomas donde tienen pendientes menores a  $5^\circ$ , según nos indica la leyenda de la figura no existen indicios que permitan predecir deslizamientos.
- **Medio:** Este nivel existe casi en un 85% del área total de la zona de estudio, según nos indica la leyenda de la figura, el movimiento de masa puede ser detonados por sismos o lluvias excepcionales.
- **Alta:** Existe la poca zona en este nivel, y se ubica en una parte de Sullana, en Somate Alto y Sapillica, por el centro poblado rural Huabal. Son laderas que tienen zonas de falla, tienen materiales parcialmente muy saturados, masas de roca con meteorización alta a moderada.



**Figura 4.13 Mapa de susceptibilidad por movimiento en masa del Perú**

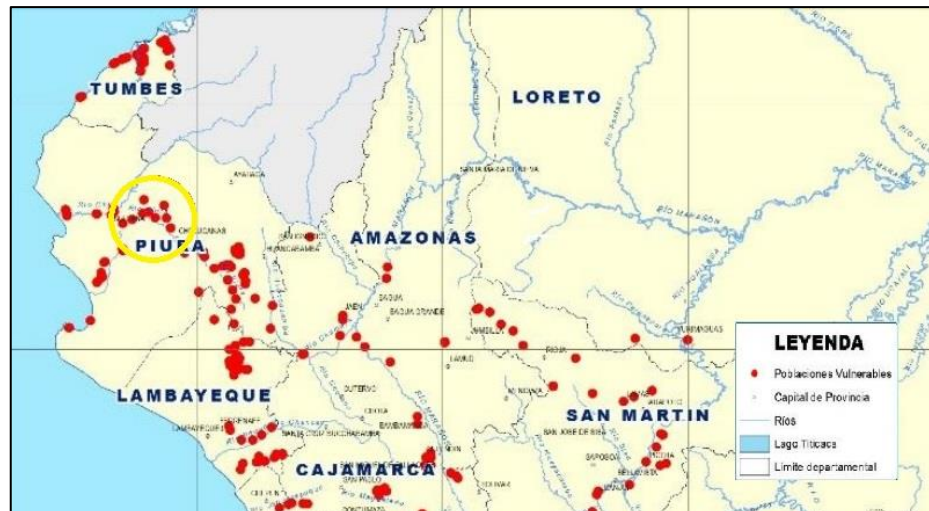
Fuente: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico INGEMMET (2010)

## Daños por activación de quebradas

Uno de los eventos más resaltantes son las activaciones de las quebradas pueden ocasionar mucho daño, en las viviendas colegios, instituciones asentados en zonas de alto. Estos daños pueden ser muy riesgosos ya que pueden llegar a cobrar incluso vidas humanas.

## Centros poblados vulnerables por activación de quebradas

Los pueblos y los cultivos que se encuentran cercanos los ríos y quebradas, también se encuentran en zonas vulnerables por el riesgo de desbordes o activación de quebradas.



**Figura 4.14 Ubicación de centros poblados vulnerables por activación de quebradas**

Fuente: Ministerio de agricultura y Riego (2016)

Según el Informe de emergencia N° 178 - 26/02/2019 / COEN – INDECI:

- El 24 de febrero del 2019 a partir de las 16:00 horas, se registraron precipitaciones pluviales de fuerte intensidad, lo cual produjo la activación de las quebradas, río Chipillico (distrito de Las Lomas), ocasionando daños a la vida y la salud de las personas, afectando viviendas, áreas de cultivo, servicios básicos y vías de comunicación en los caseríos de los distritos de Ayabaca, Paimas, Suyo y Sapillica en la provincias de Ayabaca; los distritos de Lancones, Marcavelica e Ignacio Escudero en la provincia de Sullana.
- El 25 de Febrero del 2019 a las 10:30 aproximadamente, se produjo un deslizamiento de tierra y piedras en la carretera que une el centro poblado de Chipillico con el distrito de Las Lomas.

Por falta de información o recursos económicos, la población, sigue migrando a estas zonas estando expuestas a un alto riesgo.

#### **4.1.5. Estimación de daños**

##### **Servicios Básicos**

- Daños en el sistemas de Captación y equipos
- Colapso de Sistema de Abastecimiento y alcantarillado
- Desmejoramiento en calidad de agua.
- Problemas de Saneamiento ambiental.
- Daños en torres y postes.

##### **Daños en las estructuras hidráulicas**

Podemos identificar los daños que ocurren en las estructuras hidráulicas por desastres, de forma directa e indirecta.

##### **Efectos directos:**

- Erosión por abrasión: Es el desgaste de una superficie producido por fricción o frotamiento de la acción de partículas pesadas en el agua que circula a gran velocidad en casos como fuertes lluvias donde aumenta el caudal.



El efecto erosionante que sufre la estructura se produce por el constante choque del agua contra su superficie desgastando primero la pasta de cemento para pasar después al árido fino haciéndolo saltar y acabar finalmente con el árido grueso provocando la formación de huecos en el hormigón.

- Corrosión de estructuras metálicas  
Al sufrir daños el hormigón deja expuesto los elementos metálicos ya sea por las fisuras o desprendimiento del material, añadiéndole la humedad del lugar existe un peligro potencial de corrosión lo que ocasionaría pérdida progresiva de la capacidad portante.
- Reducción de la capacidad en los embalses en este caso en la represa de San Lorenzo por la sedimentación

### **Efectos indirectos**

- Costos de reparación: Para solucionar los daños no tan graves se puede recurrir al mantenimiento de estas estructuras lo que ocasionara costos no previstos. Lo que incluiría trabajos de resane de grietas, reposición de rellenos de juntas de dilatación y socavaciones al pie de las estructuras.
- Costos de reposición: Para solucionar daños irreparables, se tienen que reemplazar estas estructuras hidráulicas lo que ocasionara altos costos no previstos.
- Interrupción en las vías de comunicación.- al sufrir daños la estructura los tramos de vía se vuelve intransitable corren en riesgo los operadores de los vehículos ,sus vehículos, los pasajeros o la carga que transportan
- Por lo que en el tiempo de la reconstrucción o reparación de las estructuras hidráulicas se tiene que habilitar alguna vía extra para poder transitar También se incrementan los costos en transportes

### **Daños a las zonas agropecuarias**

La agricultura es un sector que depende del clima, la tierra y el agua, por lo que los fenómenos meteorológicos, sísmicos y biológicos alteran el nivel de producción agrícola

### **Efectos directos:**

- Producto de las activaciones de quebrada y lluvias extremas, se inunda, arrasando las áreas agrícolas o la zona de pastoreo de los animales ;disminuyendo asi las áreas cultivables
- Los riesgos de derrumbe, la erosión que en algún momento pueda generar movimiento en masa, afectar sitios de recargas de acuíferos, desbordamiento de los embalses, represamientos y generar efectos no deseados.
- Destrucción de infraestructura de riego o criadero de peces.
- Aparición de enfermedades y plagas en cultivos.
- Migración de peces en busca de agua fría (anchoveta,sardina, etc)

### **Efectos indirectos**

- Interrupción de actividades productivas: ya que las zonas se encuentran en mal estado, no se pueden continuar los labores

- Incremento de precios en Productos agrícolas: al no haber producción, hay carencia de los productos agrícolas por lo que llegan a aumentar los precios impactando sobre una cadena de proveedores de insumos y servicios, de intermediarios, el sistema financiero, la recaudación de impuestos y el empleo.

### **Daños o destrucción de viviendas**

#### **Efectos directos:**

Estos daños se dan en mayor parte por activación de quebradas, desbordes de ríos y temblores.

A nivel nacional según la información del Censo 2017, se destaca que 55,8% tienen como material predominante en las paredes exteriores ladrillos o bloques de cemento; asimismo, 27,9% viviendas tienen como material predominante adobe o tapia, lo que.

En menores proporciones las viviendas tienen como material en las paredes exteriores, madera (9,5%), quinchá (2,1%), piedra con barro (1,0%), piedra, sillar con cal o cemento (0,6%) y otro material que incluye; triplay, calamina, estera y otros (3,1%).

Como podemos apreciar la mayoría de viviendas construidas de adobe cuentan con una mayor probabilidad de ser destruidas a causa de un desastre natural.

#### **Efectos indirectos**

- Reubicación de la población afectada.- después de un desastre si la vivienda fue afectada ya sea reparación o reposición o existe aún alerta de peligro , es necesario ubicar a la población a una zona segura, por lo que habrá que acondicionar el lugar implicaría costos de carpas, colchonetas, etc.
- Costos de reparación de viviendas, Cuando los daños no son tan graves y solo necesitan costos en mantenimientos.
- Costos de reposición de viviendas : la valorización económica de reposición de una vivienda se tomaron también las características demográficas y estructurales de cada región

### **Daños físicos y psicológicos a los habitantes**

#### **Efectos directos:**

- Los daños físicos pueden variar como lesiones o fracturas incluso la muerte.
- Enfermedades como Cólera, dengue y malaria.
- Ya que los sistemas de agua potable y el saneamiento ambiental colapsan, las infecciones son propensas, las más frecuentes serían: gastrointestinales, respiratorias y de heridas.
- Al experimentar un desastre natural, las personas podrían tener una amplia variedad de reacciones, desde estrés y miedo, hasta depresión y sensación de inseguridad
- Los desastres naturales afectan la salud mental no solo durante el evento, sino también antes y después.

## Efectos indirectos

- Costos en tratamientos de la salud  
En cuestión de daños psicológicos, es poco probable que necesiten tratamiento y la mayoría se recuperan solos, dependiendo de cada persona y la severidad del fenómeno. Los daños físicos, habrá costos ya sea a corto plazo o como a largo plazo por enfermedades adquiridas a consecuencia del desastre. La destrucción de la infraestructura de salud afectaría o reduciría la capacidad de atención en zona de riesgo.

## 4.2. DISCUSION

Debido al crecimiento demográfico que ha experimentado las ciudades y el crecimiento de las urbanizaciones en los últimos años. Por tal motivo el uso de áreas cercanas a ríos, lo que implicaría construcciones de carreteras puentes para obtener vías de comunicación hacia estas áreas, modificando el entorno. Y por lo cual se tiene que prevenir para evitar daños futuros ante desastres naturales. Por lo que se proponen las propuestas de acción estratégicas:

### 4.2.1. Limpieza y descolmatación

Con la finalidad de evitar posibles inundaciones se propone como una acción la limpieza y descolmatación de los cauces de las quebradas, canales, ríos y reservorios; puede utilizarse maquinaria como volquetes y cargadores frontales. Se debe delimitar la faja marginal considerando un ancho donde permita el libre tránsito de flujo de agua con material de arrastre hasta llegar a la desembocadura.

#### Erradicación de la vegetación

Existe vegetación que crece en los bordos y cauces de los canales, ríos y quebradas que impiden el flujo normal de agua causando la reducción de su velocidad como se puede ver en la figura siguiente.



**Figura 4.15 Vegetación en quebrada en SubCuenca Chipillico**

Fuente: Fotografía Propia (2017)

Se observa que existe gran cantidad de vegetación, y ese problema se encuentra a lo largo de toda la zona de estudio, por eso es necesario eliminar constantemente esta vegetación indeseada, existen formas de eliminar como son:

- Manuales. Usualmente realizados por faenas comunales, puede usarse mano de obra no calificada, realizado incluso por los mismos pobladores

- Mecánico se requiere de medios mecánicos utilizando maquinaria, esta forma se complementa con la manual.
- Químicos incluyen el uso en todo el dominio de aplicación de unas sustancias químicas denominadas herbicidas, originalmente formuladas para controlar las invasiones de malas hierbas
- Biológicos

### **Descolmatación**

Como se observó en las figuras la gran cantidad de sedimentación ubicado en la Bocatoma. También en las figuras del Río Timbes y la figura del Río Chipillo, se nota la gran cantidad de rocas en el cauce. Esto se debe a que el agua arrastra todos estos elementos provocando los sedimentos los cuales deben ser retirados de los cauces los grandes volúmenes de material colmatado.

Los sedimentos causan perjuicio en la medida que reduce la capacidad de conducción de los canales.

Es conveniente hacer la limpieza de sedimentos en época de estiaje. La descolmatación se puede realizar a lampa o máquinas.

Se emplea la lampa cuando es poco el volumen de sedimentos a extraer y cuando los canales no son tan profundos.

Se debe evaluar el empleo de maquinaria si el caso lo amerita para la descolmatación de los canales principales según el nivel de colmatación, para esta actividad se emplea las retroexcavadoras como se puede ver en la figura siguiente, un ejemplo de la descolmatación del Río Chillon.



**Figura4.16 Descolmatación y Limpieza de río Chillón**

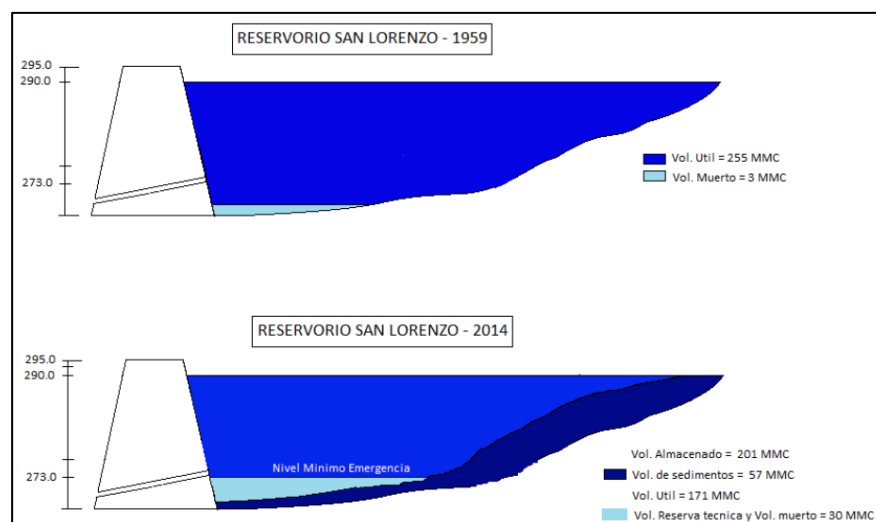
Fuente: google imágenes (2015)

Para la zona de estudio la maquinaria para la zona alta donde se ubica mas sedimento como rocas, es poco accesible.

En el reservorio San Lorenzo la cantidad de sedimentos transportados es poca ya que es un reservorio pequeño. Y como existe una estructura hidráulica aguas arriba de la bocatoma Zamba, la bocatoma María Auxiliadora, estructura que presenta un desarenador la cual permite la retención de sedimentos.

Según los estudios de batimetría realizados al 2008, como se muestra en la Figura 4.17, el embalse tiene un volumen de sedimentos de 57 MMC, volumen

almacenado de 201 MMC y un volumen muerto y reserva técnica de 30 MMC se tendría un volumen útil de 171 MMC.

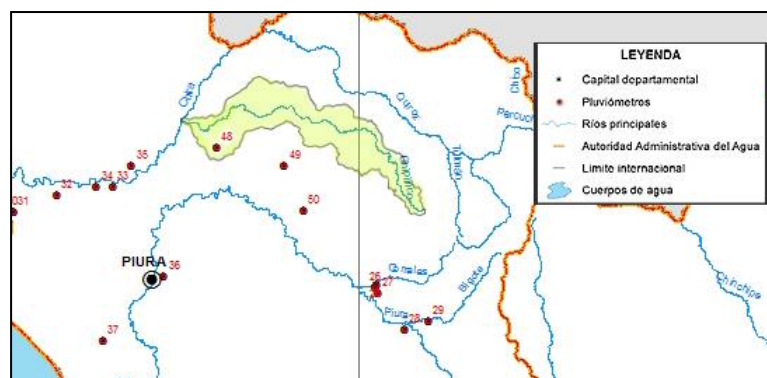


**Figura 4.17 Capacidad del embalse San Lorenzo**

Fuente: Estado hidrológico, hidráulico y sedimentológico de los embalses en la Región Piura (Beck, 2016)

#### 4.2.2. Sistema de alerta temprana

Los gobiernos locales y regionales deberán organizar a la población, sensibilizarla e implementar mayor cantidad de sistemas de alerta temprana en las quebradas. En la figura siguiente se pueden identificar los pluviómetros instalados con el sistema de alerta y monitoreo, en la zona de estudio solo se encuentra el N° 48 perteneciente a la autoridad administrativa del agua Jequetepeque- Zarumilla, a la administración local del agua San Lorenzo en la quebrada El Ereo con longitud -80.430747 y latitud -4.7899254



**Figura 4.18 Pluviómetros instalados para el sistema de alerta y monitoreo de activación de Quebradas**

Fuente: Modificado de ANA, IGN e INEI (2017)

Marcos Castillo Mimbela, director de la AAA Jequetepeque Zarumilla, manifestó que Las estaciones pluviométricas tienen carácter preventivo, sabiendo que nuestra zona está sujeta a la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos, que ponen en riesgo a la población; por ello, el propósito fundamental es reducir el grado de riesgo a través de un sistema de alerta interconectado al sistema nacional de prevención.

Las estaciones pluviométricas constan de una computadora de alto rendimiento con acceso a internet y el pluviómetro propiamente dicho; que estarán interconectadas con el Centro de Operaciones de Emergencia (COE), que registra y mide la cantidad de agua acumulada en la superficie durante una precipitación o lluvia; información que permite advertir a la población asentada en zonas vulnerables la posible ocurrencia de un desastre natural. (agua, 2016).

#### **4.2.3. Estructuras**

En época de lluvias por las piedras y otros materiales que arrastra el agua se deterioran los componentes de las bocatomas, provocando cortes o fisuras y erosión en el piso de la estructura, en los muros de encauce y en las rejillas de captación. También por el tránsito de ganado, vehículos, agujeros o cuevas hechos por animales y por arrastre del viento. El deterioro de los bordos puede constituir también en roturas.

Para hacer el reforzamiento de los bordos en canales pequeños se realiza manualmente. En aquellos canales de gran capacidad se requiere de un volumen adicional de material. En la bocatoma de Chipillico después del Fenómeno El Niño en el 2017, como solución reconstruyeron el dique que sirve como puente con material granular como se puede ver en la Figura 4.19. Pero como propuesta se recomendaría una reconstrucción con material resistente como el concreto dándole la misma altura del existente, evitando así la acción erosiva del agua.



**Figura 4.19 Dique Reconstruido en Bocatoma Chipillico**

Fuente: Fotografía Propia (2017)

Las estructuras que necesitan mantenimiento también como podemos observar en la figura 4.20 son los puentes:



**Figura 4.20 Puente en subCuenca Chipillico**

Fuente: Fotografía Propia(2017)



Donde se identifica:

- El desgaste de una superficie producido por fricción o frotamiento causado por fenómenos como paso de vehículos o de tráfico peatonal sobre pavimentos, o el impacto o deslizamiento de materiales procedentes de desprendimientos.
- La abrasión que pasa cuando el agua se desplaza a gran velocidad transportando partículas en suspensión. El efecto erosionante que sufre la estructura se produce por el constante choque del agua contra la superficie desgastando las capas de concreto.
- Corrosión por oxidación de estructura metálica donde el acero sufre cambios importantes de humectación y secado por clima del lugar; debido a esto las estructuras hidráulicas sufren pérdida progresiva de la capacidad portante.
- Hay que considerar las fisuras, resanarlas, porque a partir de ellas los agentes externos pueden afectar la estructura, los agentes ambientales afectar el acero estructural y empezar daños mayores.

### Canales

Durante los períodos en que el nivel del agua se mantiene bajo, deberán inspeccionarse las superficies expuestas a las laderas y en el piso, para ver si se han producido hundimientos o agujeros por filtraciones, asimismo, el piso frente a la boquilla de descarga, para ejecutar la limpieza de los depósitos de tierras o basura que pudiera obstruir su funcionamiento.

En las estructuras de concreto se observarán posibles agrietamientos, erosión o deterioro para proceder a su refacción.

También se recomienda el pintado de miras limnimétricas



**Figura 4.21 Rehabilitación de losas**

Fuente: Chira Piura (2017)



**Figura 4.22 Pintado de miras limnimétricas**

Fuente: google imágenes

#### 4.2.4. Caminos

Los caminos en general, dentro de la zona de estudio, son obras de transcendental importancia tanto para transporte de personas conectando pueblos y cargamentos. Los caminos sufren deterioro con el tiempo por el uso y las condiciones ambientales y deben ser rehabilitados.

Los caminos en la de estudio son carreteras solo con afirmado como vemos en la figura 4.23, pero en tramos cercanos a Sapolilica, encontramos caminos muy desgastados, los cuales se recomiendan el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la última capa.



**Figura 4.23 Camino en la SubCuenca Chipillico**

Fuente: Fotografía Propia(2017)

Existen badenes en los caminos, pero en muy mal estado como vemos en la figura 4.24, donde las losas de concreto se encuentran deterioradas. La abrasión del agua daña erosiona la base donde encuentran las losas causando un asentamiento dañando la estructura.



**Figura 4.24 Camino en SubCuenca Chipillico**

Fuente: Fotografía Propia (2017)

Se recomienda la reconstrucción del Baden de la manera como vemos en la figura 4.25 que contiene:

- **Muro de pie**

Muro localizado en la parte de aguas abajo de la plataforma, constituye la fundación del badén y se construye a todo lo largo de este.

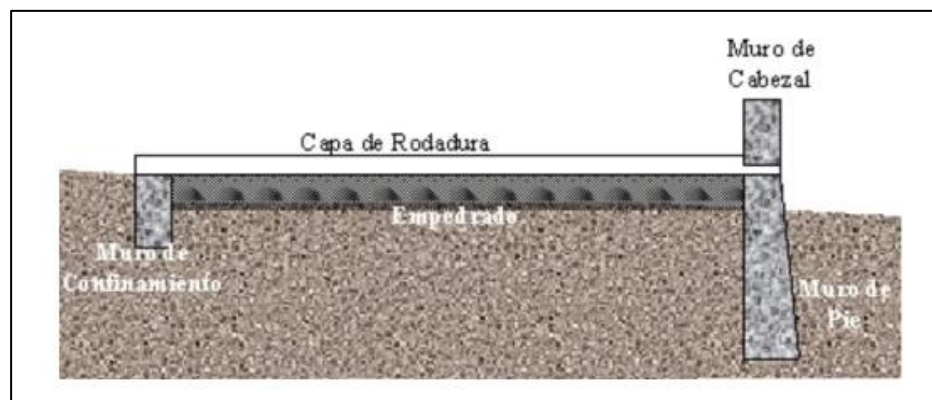
- **Muros de Cabezal**

Son una prolongación del Muro de Pie en ambos extremos de este, formando un vertedero con el objetivo de ampliar la capacidad de descarga sobre el badén, y además; proteger las laderas contra la socavación.

- **Muro de Confinamiento**

Se denomina así al muro localizado en el borde de la plataforma en el sector de aguas arriba, elemento que tiene por objetivo la protección del badén.





**Figura 4.25 Diseño de Badenes**

Fuente: Pagina web CivilGeeks.

#### **4.2.5. Estructuras de protección**

Instalar estructuras temporales de protección en los lugares de mayor riesgo. Pueden ser diques longitudinales y transversales, instalar diques transversales en los cauces para amortiguar la energía del flujo y retener parte del material de arrastre, como se observa en la figura

Las rocas existentes que fueron retiradas del cauce del río, deben ser acomodadas como refuerzo, al pie de los taludes como se ven en la figura 4.26, a fin de minimizar en futuras avenidas, que amenazan la estabilidad de los terrenos de cultivo colindantes o zonas pobladas.



**Figura 4.26 Enrocado para protección de Taludes**

Fuente: AMSA Guatemala

#### **4.2.6. Equipos y maquinaria**

Se debe realizar el mantenimiento eficaz de los equipos y maquinaria, ya que esto nos dará mayor seguridad en la continuidad del servicio.

Al realizarse un mantenimiento constante se ahorrara al evitar fallas más costosas.

##### **Mantenimiento de estación meteorológica**

Es indispensable para el buen registro de los diferentes parámetros meteorológicos, evitando de esta manera alteraciones de los valores registrados

- Proteger el área de la estación, estén siempre en buen estado para garantizar la integridad de los instrumentos instalados en su interior

- Se debe verificar que el pluviómetro este bien sujeto al pedestal, la posición del mismo sea vertical y este nivelado
- Verificar si no presenta pérdidas de agua por daños o deterioro que tenga el instrumento

### **Mantenimiento general**

Como recomendaciones generales para los mantenimientos generales:

- Verificar que no haya ningún elemento obstaculizando con limpieza y extracción de palizada de rejilla de compuertas del aliviadero.
- Verificar el pintado de las compuertas, con pintura epóxica de alta resistencia a diferentes ataques ya que esto prevé la oxidación.
- Limpieza de las válvulas de acero con lija para fierro y escobillas de acero, quitándole todo el óxido y luego pintarlo con pintura anticorrosiva para evitar el óxido y darle mayor durabilidad a las válvulas´.
- Ajuste de los pernos y tuercas para que las válvulas se encuentren operativas en cualquier época del año.
- Aceitar las partes movibles de los equipos.



**Figura 4.27 Pintado de compuertas en Represa de Poechos**

Fuente Google imágenes (2016)

#### **4.2.7. Medidas agronómicas**

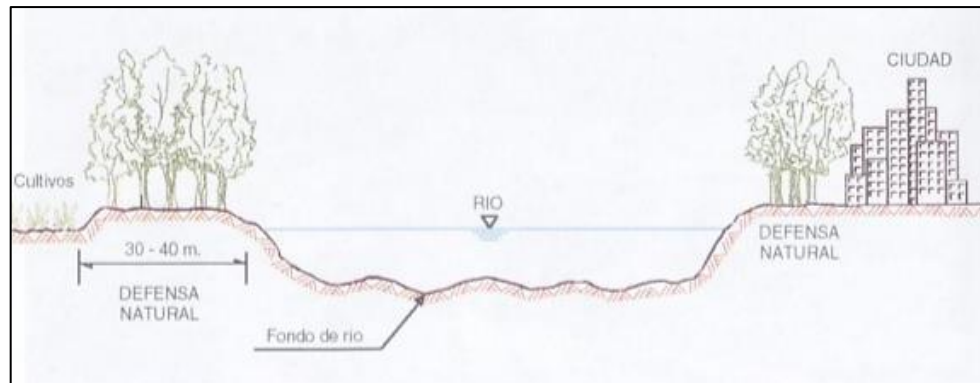
Como una acción estratégica también se consideraría Defensas vivas. Que Constituyen, la vegetación natural que se desarrolla en las riberas y márgenes del cauce, así como la sembrada por el hombre para procurar la estabilización.

Forestar o reforestar las riberas de las quebradas con especies adecuadas para estabilizar ambas márgenes.

#### **Defensas Vivas Naturales**

Son las mejores defensas contra la inundación y la erosión del río. Constituido por variedades de árboles y arbustos de buena densidad dispuestos en ambas márgenes del lecho del río, lo cual, en cierta manera constituye una gran garantía de su protección.

La acción del hombre, y la inadecuada explotación del área con fines de uso de madera, leña y otros, originan el debilitamiento de los cauces y riberas, ocasionando que el río se desborde provocando serios daño

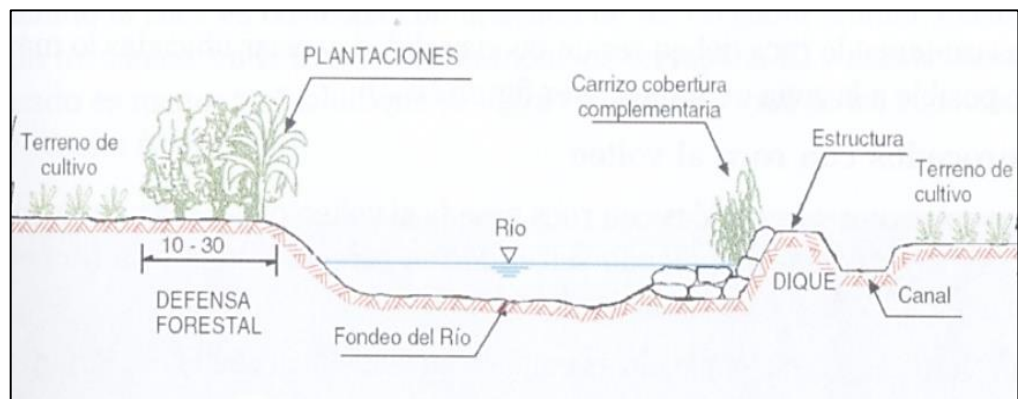


**Figura 4.28 Defensa vivas Naturales**

Fuente: Defensa vivas (Villanueva 2012)

#### Defensas vivas forestadas

Están basadas en la plantación de arbustos y árboles de raíces profundas que se realiza una vez determinada la sección estable del río. Su densidad debe estar en función de las características de las especies. Esta plantación se efectúa en sectores críticos, o como complemento a las estructuras o defensa artificial.



**Figura 4.29 Defensa viva forestal**

Fuente: Defensa vivas (Villanueva 2012)

#### 4.2.8. Programas

- Elaborar mapas con la ubicación de rutas de escape o zonas de evacuación, hacia lugares de refugio o lugares seguros.
- Formular y ejecutar proyectos o programas de reubicación de las viviendas que se encuentran ubicados en el cauce de las quebradas (zonas de alto riesgo no mitigable). Esta acción debe ser asumido por los Gobiernos Locales, Gobierno Regional en coordinación con Defensa Civil y otras instituciones de interés.
- Resolución administrativas emitidas por las autoridades correspondientes donde se especifiquen respetar el ancho estable del río, caudales máximos de diseño
- Programa de capacitaciones y sensibilización sobre alerta temprana, gestión de riesgos ante inundaciones, simulacros.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que la Subcuenca Chipillico tiene una área de 1170.93 km<sup>2</sup>
- La subcuenca Chipillico es un sistema hidrológico, forma parte del sistema hídrico del río chipillico. Su cauce principal, el río Chipillico nace en la parte alta con el Río San Pedro que posteriormente toma el nombre de Río Yangas; con la confluencia del Río Timbes aportan al Reservorio San Lorenzo conjuntamente con más quebradas. La subcuenca tiene una forma alargada con pendiente suave, tiene suelos, aptos para el establecimiento de cultivos sin ningún tipo de restricción
- En la evaluación del comportamiento pluviométrico de la Subcuenca, se ha analizado la información de precipitaciones mensuales de las 2 estaciones meteorológicas Sapillica y Partidor, ubicadas en el ámbito de la zona de estudio. Como dato más representativo de estas dos estaciones es la precipitación máxima diaria de 167.5 mm del mes de Febrero del año 1999 en la estación Partidor
- Se analizó las 5 estaciones hidrométricas en la Subcuenca de estudio. Aunque con la mayoría de datos faltantes. Como dato más representativo de estas cinco estaciones es el caudal máximo de 4483.03 m<sup>3</sup>/s en el mes de marzo del año 1972 en la estación Pardo de Zela
- Una de las zonas vulnerables es la Bocatoma de Chipillico, también se concluye que los principales problemas antes los desastres en la subcuenca Chipillico son:
  - **Flujo** este peligro geológico se encuentra en la ribera del río Chipillico y Yangas, con mayor puntos de riesgo entre el distrito de las Lomas y Sapillica.
  - **Caída** los centros poblados con mayor riesgo a caídas se encuentran en el distrito de las Lomas, por los centros poblados rurales: Cacaturo y Villa Militar. También la zona de riesgo está en la parte oeste del distrito de Lancones cerca al centro poblado rural Bocanada de Pichones
  - **Inundación** La zona de riesgo con mayor riesgo se encuentra cerca al centro poblado urbano Las Lomas, en la ribera del Río Chipillico
  - **Erosión** la zona de riesgo para erosión pluvial se encuentra en la parte alta del distrito de las Lomas, entre los centros poblados El Sauce y Potrerillo.
  - **Erosión de ladera** estos peligros se ubican en la zona alta de la Subcuenca, en el distrito de Frías.
  - **Daños en las estructuras hidráulicas**
- Las posibles soluciones a la problemática, para la parte alta en la Subcuenca Chipillico son:
  - Se propone como una acción la limpieza y descolmatación de los cauces de las quebradas, canales, ríos y reservorios; puede utilizarse maquinaria como volquetes y cargadores frontales.
  - Los gobiernos locales y regionales deberán organizar a la población, sensibilizarla e implementar mayor cantidad de Sistemas de alerta temprana en las quebradas.

- Mantenimiento y/o construcción de las estructuras hidráulicas en la subcuenca de Chipillico.
- Mejoramiento de los caminos
- Construcción de Badenes que incluyan muro de pie ,muros de Cabezal y muro de Confinamiento
- Construcción de estructuras de protección ,diques longitudinales y transversales, en los cauces para amortiguar la energía del flujo y retener parte del material de arrastre
- Realizar el mantenimiento eficaz de las estaciones meteorológicas, los equipos y maquinaria en general.
- Implementar Defensas vivas. que Constituyen, la vegetación natural con especies adecuadas , que se desarrolla en las riberas y márgenes del cauce

## RECOMENDACIONES

- Se reconoció la subcuenca como un sistema hidrológico con suelos aptos para una variedad de cultivos, por lo que es de suma importancia para la población, por lo tanto se recomienda mantener estas áreas bien protegidas ante algún problema ocasionado por desastres.
- Se recomienda que la entidad del estado el SENAMHI tenga siempre actualizada y completa la información meteorológica y que implemente más estaciones meteorológicas e hidrométricas, así como ubicar más puntos de sistemas de alerta temprana de en los sitios que sean necesarios para realizar un monitoreo permanente.
- Se deben realizar trabajos de limpieza de cauce antes de iniciarse la ejecución de las diques, con la finalidad de usar parte del material para el relleno del dique, si en caso no se tuviera piedras del tipo canto rodado se tendrá que utilizar las rocas de canteras cercanas.
- Ya que la Bocatoma Chipillico es una zona vulnerable se recomienda una reconstrucción con material resistente como el concreto dándole la misma altura del existente, evitando así la acción erosiva del agua.
- Se recomienda formular y ejecutar proyectos o programas de prevención en caso de desastres naturales
- Implementar un constante mantenimiento en los bordos y cauces de los canales, ríos y quebradas para eliminar la vegetación que crece que impiden el flujo normal de agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA- ANA (2016). Obtenido de <http://www.ana.gob.pe> [Accesado el 23 julio del 2018]
- AGUIRRE, N. (2007). Manual para el manejo sustentable de cuencas hidrográficas. Loja.
- APARICIO, F. (1992). Fundamentos de hidrología de Superficie. LIMUSA S.A de C.V.
- CENEPRED, & MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LAS LOMAS. (2017). Informe de evaluación del riesgo por lluvias intensas en el centro poblado de Las Lomas- Santa Isabel.
- CHEREQUE, W. (1989). Hidrología para estudiantes de ingeniería Civil.. Lima.
- CONSORCIO ATA-UPN-UNL. (2003). Caracterización Territorial y Documentación Básica en el Ámbito de la Cuenca Binacional Catamayo-Chira.
- DEPARTAMENTO DE DESARROLLO REGIONAL Y MEDIO AMBIENTE SECRETARÍA EJECUTIVA PARA ASUNTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS (1993). Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Washington, D.C.
- DIRECCION DE CONSERVACION Y PLANEAMIENTO DE RECURSOS HIDRICOS (2011). Codificación y clasificación de cursos de agua superficiales del Perú. Lima
- EL INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES INRENA. (2003). Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas.
- GÁMEZ W. (2010). Texto Básico de Hidrología. Managua: Edittronic, S.A.
- GEOLOGOS DEL MUNDO (2008). Desastres de Origen Natural y Cooperación para el Desarrollo. Obtenido de <https://www.construmatica.com>[Accesado el 28 octubre del 2018]
- INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALÚRGICO. (2016). Obtenido de <http://www.ingemmet.gob.pe> [Accesado el 21 octubre del 2018]
- JIMÉNEZ J. Y FIERRO D. (2011). Morfometría de las Cuencas Hidrográficas del Sur de Colombia.
- LLAMAS J. (1993). Hidrología General. Toluca Pag 627
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO-MINAGRI.(2005). Manual de Hidrometría.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO-MINAGRI. (2017). Complementación de identificación de poblaciones vulnerables por activación de quebradas 2016-2017.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES- MTC (2011). manual de hidrología, hidráulica y drenaje. Perú.
- ORDÓÑEZ J (2001). Analisis Hidrometeorologico y Aplicacion del Modelo de Simulacion IPH--MEN en la cuenca del Rio Pachitea . Tesis M. Sc EPG-UNAL.Lima- Peru
- OTIVO J. (2010). Memoria descriptiva mapa ocupación del territorio y uso actual del suelo región Piura.
- PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL PERÚ. (2012). Disponible en: <https://peligrosgeologicosenelperu.blogspot.com/2009/08/caida-de-rocas.html> [Accesado el 3 noviembre del 2018]

PEREZ G. (2015). Manual de hidrologia aplicada. Lima.

PROYECTO BINACIONAL CATAMAYO – CHIRA (2011) El Plan de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca transfronteriza Catamayo- Chira

PUELLES J. (2015). Estudio hidráulico e hidrológico de la cuenca alto Perú y el porvenir en el asentamiento humano las Mercedes alto Perú, Distrito de la Oroya, provincia de Yauli – Junín para la construcción futura de obras de arte ante amenazas de derrumbes provocado por la crecida del río, mediante el uso de los modelos matemáticos Hec-Hms y Hec-Georas. Tesis . Título de Ingeniero civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

SCHUMM A. (1977). The fluvial system. New York.

SOLUCIONES PRACTICAS. (S.F.). Disponible en [www.Solucionespracticas.org](http://www.Solucionespracticas.org) [Accesado el 6 noviembre del 2018]

TANTAJULCA S. (2017). Diseño de Defensas Ribereñas.

TE CHOW V. , MAIDMENT D Y MAYS L.(1994). Hidrología aplicada.

UNIGECC. (2007). Plan de ordenamiento de la cuenca binacional Catamayo – Chira.

VILLÓN M.. (2002). Hidrología. 2da Edición Villon Lima- Peru